

**PCT**WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<b>(51) Internationale Patentklassifikation 6 :</b> <b>G09F</b>	<b>A2</b>	<b>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer:</b> <b>WO 97/30431</b> <b>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:</b> 21. August 1997 (21.08.97)
<b>(21) Internationales Aktenzeichen:</b> PCT/DE97/00310 <b>(22) Internationales Anmeldedatum:</b> 20. Februar 1997 (20.02.97)  <b>(30) Prioritätsdaten:</b> 196 06 179.2      20. Februar 1996 (20.02.96)      DE 296 03 225.5      22. Februar 1996 (22.02.96)      DE  <b>(71)(72) Anmelder und Erfinder:</b> LEIBE, Thomas [DE/DE]; Flem- mingerer Strasse 11b, D-04746 Hartha (DE).		<b>(81) Bestimmungsstaaten:</b> CA, CN (Gebrauchsmuster), SG, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).  <b>Veröffentlicht</b> <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i>
<b>(54) Title:</b> LIGHTING DEVICE FOR DISPLAY OF GRAPHIC CHARACTERS <b>(54) Bezeichnung:</b> LEUCHTVORRICHTUNG ZUR ANZEIGE VON SCHRIFTZEICHEN  <b>(57) Abstract</b> <p>The light sources provided give off light in all directions. If a light source at the edge of a planiform lamp which radiates into the lamp is attached or imbedded at the edge, it is apparent that a large portion of the light at the edge of the surface to be illuminated leaves the lamp (visible as a bright edge etc.). This effect occurs in all known arrangements because in this region the light strikes the surface with a smaller angle than the angle of total reflection, and for the most part exits. This natural characteristic considerably limits the use of radiated light for the lighting effect in the entire area of the lamp. An essential major feature of this patent application is how to compensate for this effect and thus the possibility of using the portion of light normally ignored in known applications.</p> <b>(57) Zusammenfassung</b> <p>Bei den vorgesehenen Lichtquellen wird das Licht in allen Richtungen ausgestrahlt. Wenn eine Lichtquelle am Rand eines flächenförmigen Leuchtkörpers mit Abstrahlung in den Körper angebracht oder im Randbereich eingelassen wird, ist zu beobachten, daß ein großer Teil des Lichtes am Rand der auszuleuchtenden Flächen den Körper verläßt (sichtbar als heller Rand usw.). Dieser Effekt tritt in allen bekannten Anordnungen auf, da in diesem Bereich das Licht mit einem Winkel kleiner als der Winkel der Totalreflexion auf die Oberfläche auftrifft und dadurch zum großen Teil austritt. Diese natürliche Eigenschaft beschränkt die Nutzung des ausgestrahlten Lichtes für den Leuchteffekt im gesamten Bereich des Leuchtkörpers wesentlich. Die Kompensierung dieses Effektes und damit die Möglichkeit der Nutzung des bei bekannten Anwendungen unbeachteten Lichtanteils ist ein wesentliches Hauptmerkmal des Patentanspruches.</p>		

## LEUCHTVORRICHTUNG ZUR ANZEIGE VON SCHRIFTZEICHEN

Diese Erfindung betrifft eine Leuchtvorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Derartige Leuchtvorrichtungen finden insbesondere bei der Außenwerbung, Notbeleuchtungen, Lichtleitsystemen sowie Anzeigendisplays Verwendung. Sie bestehen in der Regel aus Neonröhren, die in der Form eines anzuzeigenden Schriftzuges gebogen sind, Gruppen oder einzelnen Leuchtmitteln bekannter Art. Derartige Leuchtanzeigen sind teuer und anfällig für Beschädigungen.

Es ist die Aufgabe der Erfindung, eine Leuchtvorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, welche sich kostengünstig, rahmenlos und formenunabhängig herstellen läßt, weniger anfällig für Beschädigungen ist, und welche das von der Quelle ausgesandte Licht optimal nutzt.

-2-

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Leuchtvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben. Da als Material für den Körper der Leuchtvorrichtung schlag- oder bruchfestes Kunststoffmaterial, z.B. Acrylglas verwendet werden kann und die Lichtquelle leicht ersetzt werden kann, haben erfindungsgemäße Leuchtvorrichtungen eine höhere Lebensdauer als etwa die in der Außenwerbung verwendeten Buchstaben aus Neonröhren. Weiterhin kann eine Niederspannungsstromquelle verwendet werden, was zu einer Energieersparnis gegenüber Leuchtelementen aus Neonröhren führt.

Gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung ist der gesamte Körper in der Form des anzuzeigenden Schriftzeichens, Symbols, Piktogramm oder des anzuzeigenden Schriftzuges ausgebildet, wobei die bandförmige Lichtquelle vorzugsweise seitlich in dem Körper angebracht ist und der Kontur des Schriftzeichens, des Leuchtkörpers oder des Schriftzuges folgt. Dabei kann die Lichtaustrittsfläche die Form des anzuzeigenden Schriftzeichens oder Schriftzuges haben. Gemäß einer zweiten Ausführungsform ist die Lichtquelle derart in dem Körper angebracht, daß auf einem Teil der Lichtaustrittsfläche das anzuzeigende Schriftzeichen oder der anzuzeigende Schriftzug erscheint. Hierfür können die anzuzeigenden Schriftzeichen reliefartig in dem Körper ausgebildet sein, vorzugsweise auf der Lichtaustrittsfläche oder spiegelverkehrt auf der Rückseite. In einer ersten Variante dieser Ausführungsform wird dabei das Schriftzeichen ver-

tieft ausgebildet und in der dadurch entstandenen Nut werden eine oder mehrere bandförmige Lichtquellen angebracht. In einer zweiten Variante wird der Buchstabe oder Schriftzug erhaben ausgebildet, so daß er von einer ringsum laufenden Nut umgeben ist, in der eine oder mehrere bandförmige Lichtquellen angeordnet sind. Die derart in den Körper eingebetteten Lichtquellen können von einer Seite des Körpers über die entsprechende Nut zugänglich sein oder in der Nut vergossen sein. Natürlich kann eine derartige Leuchtvorrichtung mit vergossenen Lichtquellen auch dadurch hergestellt werden, daß die Lichtquellen in einer Gußform in einer Konfiguration angebracht werden, die der vorangehend beschriebenen Anordnung in den Nuten entspricht, und dann der Körper um die Lichtquellen herum gegossen wird. Wenn der Körper selbst in der Form des anzuzeigenden Zeichens oder des anzuzeigenden Schriftzuges ausgebildet ist, wird im Regelfall die bandförmige Lichtquelle flach anliegend entweder in einer Nut an der Seite des Körpers oder an einer ebenen Seitenfläche des Körpers anbracht. Sie kann aber auch durch Vergießen in den Körper integriert werden.

Das Material des Körpers kann an der Lichtaustrittsfläche durchsichtig oder diffus streuend ("milchig") und entsprechend der Anwendung gegebenenfalls auch gefärbt sein. Die Lichtquelle kann mit einer gewissen Neigung montiert sein, um das abgestrahlte Licht mehrheitlich auf eine verspiegelte Fläche zu richten. Die Ausbildung einer Seitenfläche des Körpers als Spiegel kann

durch Verspiegeln der Fläche mit bekannten Techniken, z.B. durch Bedampfen mit einem reflektierenden Material, Aufkleben einer reflektierenden Folie oder dergleichen, erreicht werden. Da beim Auftreffen von Licht auf eine Grenzfläche ein gewisser Lichtanteil reflektiert wird, kann eine Spiegelwirkung aber auch durch Hochglanzpolieren der entsprechenden Fläche erreicht werden. Zweckmäßigerweise wird man diese Fläche dabei so anordnen, daß der überwiegende Teil des Lichts, der aus einer für die Reflexion zu der Lichtaustrittsfläche geeigneten Richtung einfällt, reflektiert wird.

Erfindungsgemäß wird durch die bandförmige Lichtquelle die Lichtabgabe bezüglich der Richtung des Bandes gleichmäßiger, während die als Spiegel ausgebildete Fläche eine virtuelle Lichtquelle bildet, so daß die Lichtaustrittsfläche von einer weiteren Seite und damit gleichmäßiger beleuchtet wird. Der Körper kann mehrere als Spiegel ausgebildete Flächen aufweisen, wobei die Spiegelwirkung in dem Körper laufendes Licht betrifft, d.h. in dem Körper laufendes Licht wird an der verspiegelten Fläche in den Körper zurückreflektiert.

Die bandförmige Lichtquelle strahlt an den Schmalseiten nur einen geringen Lichtanteil ab, während die Spiegelfläche durch die gerichtete Reflexion zu der Lichtaustrittsfläche die Absorption an Licht absorbierenden Flächen des Körpers verringert, so daß insgesamt die Lichtausbeute verbessert wird. Vorteilhafterweise lenkt dabei die Spiegelfläche ein

Lichtbündel, das direkt von der Lichtquelle oder von einer nicht diffus reflektierenden Fläche kommt, zu der Lichtaustrittsfläche.

Vorteilhafterweise ist eine Wand des Körpers z.B. durch Verspiegeln als Konkav- oder Konvexspiegel ausgestaltet und reflektiert Licht, das von der Lichtquelle oder einer anderen Spiegelfläche kommt, derart zu der Lichtaustrittsfläche, daß die so reflektierte Strahlung einen bestimmten, durch die Krümmung und die Orientierung dieses Wandabschnittes festgelegten Abschnitt der Lichtaustrittsfläche abdeckt, der natürlich auch die gesamte Lichtaustrittsfläche sein kann. Dabei kann der Strahlkegel durch die Reflexion sowohl aufgeweitet als auch verengt werden.

Ergänzend oder alternativ kann die vorangehend skizzierte Anordnung so modifiziert werden, daß zumindest ein Teil des auf das gekrümmte Wandelement einfallende Licht über einen zweiten, vorzugsweise ebenen Spiegel zu der Lichtaustrittsfläche reflektiert wird.

Die Lichtauskopplung an der Lichtaustrittsfläche kann auf zweierlei Weise bewirkt werden.

Die bandförmigen Lichtquellen und die nach innen verspiegelten Grenzflächen des Körpers können so eingerichtet sein, daß das in dem Körper laufende Licht auf die Lichtaustritts-

fläche in einem Winkel einfällt, welcher größer ist als der Winkel der Totalreflexion  $\alpha_T$ . Das Licht tritt dann nur an den Stellen der Lichtaustrittsfläche mit einer unregelmäßigen Oberfläche aus, da dort, obwohl der Einfallswinkel im Mittel größer als der Winkel der Totalreflexion ist, der Einfallswinkel lokal kleiner als der Winkel der Totalreflexion sein kann. Eine derartige unregelmäßige Oberfläche läßt sich in bekannter Weise durch Anätzen, Anschleifen oder durch das Aufbringen einer Lichtstreuenden Substanz oder Folie erreichen.

Alternativ können die Lichtquelle und die reflektierenden Flächen so eingerichtet sein, daß das von ihnen ausgestrahlte bzw. reflektierte Licht zumindest teilweise in einem Winkel auf die Lichtaustrittsfläche einfällt, der kleiner ist als der Winkel der Totalreflexion, so daß es aus dem Körper teilweise austritt. Da dabei jedoch ein bestimmter Anteil des Lichtes in den Körper zurückreflektiert wird, ist es vorteilhaft, gegenüber der Lichtaustrittsfläche eine parallele verspiegelte Fläche vorzusehen, welche gegebenenfalls zusammen mit weiteren verspiegelten Flächen des Körpers, das Licht wieder zu der Lichtaustrittsfläche zurückleitet.

Für bestimmte Anwendungen kann es nachteilig sein, daß das unmittelbar von der Lichtquelle kommende Licht aus der Lichtaustrittsfläche austritt. Dies gilt insbesondere dann, wenn die bandförmige Lichtquelle aus mehreren Einzellicht-

-7-

quellen besteht und die Distanz von der Lichtquelle zu der Lichtaustrittsfläche zu klein ist, damit sich die Lichtkegel der Einzellichtquellen an der Lichtaustrittsfläche überlappen können. Für derartige Fälle kann die Lichtquelle durch eine geeignete Orientierung oder übliche strahlbegrenzende Anordnungen so eingerichtet sein, daß das von ihr ausgestrahlte Licht, das ohne vorherige Reflexion zu der Lichtaustrittsfläche gelangt, dort in einem Einfallswinkel größer als dem Winkel der Totalreflexion einfällt.

Die erfindungsgemäße Leuchtvorrichtung weist einen massiven Körper auf, der insbesondere auch aus Kunststoff bestehen kann, der sich leicht formen und bearbeiten läßt. Sie ist daher auch in komplizierten Formen leicht herstellbar.

Als bandförmige Lichtquellen stehen zum einen bandförmige Leiterplatten zur Verfügung, auf denen in SMD-Technik in dichter, kompakter Folge Leuchtdioden aufgebracht sind. Zum anderen gibt es aber auch bandförmige Lichtquellen aus elektrolumineszenter Folie, welche über ihrer Länge kontinuierlich Licht erzeugen, z.B. das unter dem Handelsnamen Super Neo- Neon (SNN) bekannte Material das in dem US-Patent 5,845,752 beschrieben ist.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden detaillierten Beschreibung, in der auf die beigefügten Zeichnungen Bezug genommen wird.



- Fig. 1 zeigt eine erste Ausführungsform der Erfindung,
- Fig. 2 zeigt eine Querschnittsansicht einer ersten Variante der ersten Ausführungsform der Erfindung,
- Fig. 3 zeigt eine Querschnittsansicht einer zweiten Variante der ersten Ausführungsform der Erfindung,
- Fig. 4 zeigt eine Querschnittsansicht einer dritten Variante der ersten Ausführungsform der Erfindung,
- Fig. 5a und 5b zeigen in einer Schnittansicht einen Teil des Strahlengangs bei der dritten Variante der ersten Ausführungsform der Erfindung,
- Fig. 6a - 6j zeigen verschiedene Gestaltungen einer Nut zur Aufnahme der bandförmigen Lichtquelle,
- Fig. 7a - 7d zeigen verschiedene Anordnungen einer bandförmigen Lichtquelle in einer Nut des Körpers
- Fig. 8 ist eine Vorderansicht eines Beispiels einer zweiten Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 9a    zeigen eine Rückansicht bzw. eine teilweise  
-9b        Schnittansicht einer ersten Variante der zweiten  
            Ausführungsform der Erfindung

Fig. 10a   zeigen eine Rückansicht bzw. eine teilweise  
-10b        Schnittansicht einer zweiten Variante der zweiten  
            Ausführungsform der Erfindung.

In der nachfolgenden Beschreibung werden gleiche oder gleichwirkende Elemente der erfindungsgemäßen Leuchtvorrichtung mit gleichen Bezugsziffern bezeichnet. Verspiegelte Flächen sind durch eine gestrichelte Linie parallel zu einer durchgezogenen Linie angedeutet.

In Fig. 1 ist ein Beispiel einer ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Leuchtvorrichtung in Form eines Leuchtbuchstabens (W) dargestellt. Dabei entspricht die Ansicht der Fig. 2 einem Schnitt senkrecht zur Strichlinie des Buchstabens, z.B. entlang der in Fig. 1 angedeuteten Linie I - I.

Die Leuchtvorrichtung besteht im wesentlichen aus einem Körper 1 aus einem transparenten, schlag- und bruchfesten Material, z.B. Acrylglas, das durchsichtig oder trüb sein kann. Der Körper weist zwei ebene parallele Begrenzungsflächen 2

und 3 auf, welche durch Seitenwände 4 verbunden sind. In den Seitenwänden ist jeweils eine transparente Nut 5, z.B. durch Laserschneiden oder Fräsen mit nachfolgender Politur, ausgebildet, in der sich eine bandförmige Niederspannungslichtquelle 6 erstreckt. Diese Lichtquelle kann z.B. ein Band aus elektrolumineszenter Folie ( z.B.SNN) sein und weist vorzugsweise an der Seite des Körpers oder an seiner Rückseite Anschlüsse für eine Stromversorgung (nicht gezeigt) auf. Die Nut 5 und die bandförmige Lichtquelle 6 erstrecken sich in der Richtung senkrecht zur Schnittebene entlang der Seite des Körpers und umlaufen vorzugsweise den ganzen Buchstaben. Durch das Einfügen der Lichtquelle 6 in die transparente Nut wird erreicht, daß im wesentlichen die gesamte nutzbare Lichtleistung der bandförmigen Lichtquelle 6 in den Körper 1 eintritt.

Die Fläche 2 bildet die Lichtaustrittsfläche des Körpers und kann einen aufgerauhten Abschnitt 2 aufweisen. Die der Lichtaustrittsfläche 2 gegenüberliegende Fläche 3 ist nach innen verspiegelt, so daß sie Licht, das in dem Körper 1 propagiert, zu der Lichtaustrittsfläche 2 reflektiert.

Das von der Lichtquelle 6 ausgesandte Licht fällt teilweise

-11-

auf die verspiegelte Fläche 3 und teilweise auf die Lichtaustrittsfläche 2 ein. Das auf die Lichtaustrittsfläche 2 einfallende Licht tritt, soweit der Einfallswinkel  $\alpha$  größer als der Winkel der Totalreflexion  $\alpha_T$  ist, mit der Intensität

$$I_T = I_0 \cdot \sin^2 (\alpha - \alpha_T)$$

aus und wird mit einer Intensität

$$I_R = I_0 \cdot \cos^2 (\alpha - \alpha_T)$$

reflektiert, wobei  $I_0$  die Intensität des einfallenden Lichtes ist. Licht, das mit einem Einfallswinkel  $\alpha$  größer als dem Winkel der Totalreflexion  $\alpha_T$  auf die Lichtaustrittsfläche einfällt, wird vollständig reflektiert.

Das an der Lichtaustrittsfläche 2 reflektierte Licht läuft zu der verspiegelten Fläche 3, die es, ebenso wie das direkt von der Lichtquelle 6 auf sie einfallende Licht, zu der Lichtaustrittsfläche 2 zurückreflektiert.

Bei der Reflexion zwischen parallelen Flächen bleibt der Einfallswinkel an einer Fläche bei aufeinanderfolgenden Reflexionen gleich. Um einen Lichtaustritt desjenigen Lichtanteils, der anfänglich mit einem Winkel größer als dem Winkel der Totalreflexion auf die Lichtaustrittsfläche 2 einfällt zu erreichen, kann in einer Abwandlung der in Fig. 1

dargestellten Ausführungsform die verspiegelte Fläche 3 gegen die Lichtaustrittsfläche geneigt sein, so daß sich der Einfallswinkel an der Lichtaustrittsfläche 2 bei wiederholten Reflexionen ändert. Ein Lichtaustritt läßt sich aber auch durch einen aufgerauhten Abschnitt wie in Fig. 1 unter 2' dargestellt erreichen, in dem die Orientierung der Oberfläche statistisch variiert, so daß Licht, das bezüglich der mittleren Orientierung der Lichtaustrittsfläche 2 einen Einfallswinkel größer als dem Winkel der Totalreflexion vorfindet, lokal einen Einfallswinkel kleiner als dem Winkel der Totalreflexion vorfindet. Den gleichen Effekt kann man durch eine diffus streuende Beschichtung der Lichtaustrittsfläche 2 oder durch die Verwendung eines diffus streuenden Materials für den Körper 1 erreichen. In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Lichtaustrittsfläche 2 vollständig mit einer diffus streuenden, ggf. farbigen Folie bedeckt.

Bei der Ausführungsform der Fig. 2 mit parallelen Flächen 2 und 3 kann eine strahlbegrenzende Einrichtung, z.B. eine Blende, vorgesehen sein, die bewirkt, daß der Einfallswinkel des von der Lichtquelle 6 ausgehenden Lichts an der Lichtaustrittsfläche 2 und an der reflektierenden Fläche 3 größer als der Winkel der Totalreflexion ist. In diesem Fall kann Licht nur in dem diffus streuenden Abschnitt 2' austreten, während in dem restlichen Bereich der Lichtaustrittsfläche 2 das Licht totalreflektiert wird.

In Fig. 3 bis 5 sind verschiedene Varianten des in Fig. 1 gezeigten Leuchtbuchstabes im Querschnitt gezeigt.

Bei der in Fig. 3 dargestellten Abwandlung der Ausführungsform der Fig. 1 sind neben der Fläche 3 die Seitenwände 14a und 14b ebenfalls verspiegelt und bezüglich der Lichtaustrittsfläche 2 bzw. der reflektierenden Fläche 3 schräggestellt. Bei einer geeigneten Wahl der Winkel der Seitenflächen 14a, 14b zu den normalen der Lichtaustrittsfläche 2 bzw. der reflektierenden Fläche 3,  $\beta$  bzw.  $\gamma$ , fällt Licht, welches anfänglich mit einem Winkel größer als dem Winkel der Totalreflexion auf die Lichtaustrittsfläche 2 einfällt, nach einer oder mehreren Reflexionen an einer der Seiten 14a, 14b mit einem Winkel auf die Lichtaustrittsfläche 2 ein, der kleiner ist als der Winkel der Totalreflexion. Da auf beiden Seiten des Körpers verspiegelte Wände 14a, 14b vorgesehen sind, kann das Licht mehrfach in dem Körper umlaufen, wobei der Einfallswinkel an der Lichtaustrittsfläche bei entsprechender Wahl der Winkel  $\beta$ ,  $\gamma$  bei jedem Umlauf verschieden ist.

Für eine ausschließliche Lichtauskopplung an unebenen Abschnitten der Lichtaustrittsfläche 2, wie vorangehend mit Bezug auf Fig. 2 beschrieben, wird der Winkel zwischen den Seitenwänden 14a und 14b zu  $90^\circ$  gewählt, so daß ein Lichtstrahl nach einer Reflexion an beiden Spiegeln parallel zu seiner ursprünglichen Richtung zurückläuft. Weiterhin wird

der Winkel  $\beta$  größer als der Winkel der Totalreflexion gewählt, so das an der Fläche 14a reflektiertes Licht immer mit einem Winkel größer als dem Winkel der Totalreflexion auf die Lichtaustrittsfläche 2 einfällt. Schließlich wird die Lichtquelle 6 so angeordnet, daß die verspiegelten Wände 14a und 14b als Blende wirken, die den direkten Lichteinfall auf die Lichtaustrittsfläche mit einem Winkel kleiner als dem Winkel der Totalreflexion verhindert. Bei dieser Ausführungsform braucht die Fläche 3 nicht verspiegelt zu sein, sofern sie zu der Lichtaustrittsfläche 2 parallel ist, da auch an dieser Fläche das Licht mit einem Einfallswinkel größer als dem Winkel der Totalreflexion einfällt.

Bei der in Fig. 4 dargestellten Abwandlung der ersten Ausführungsform sind wieder die der Lichtaustrittsfläche 2 gegenüberliegende Fläche 3 sowie die Seitenwände 24a, 24b verspiegelt. Die Seitenwände weisen jedoch in den Kantenbereichen angeordnete, als Zerstreuungsspiegel ausgebildete Wandabschnitte 25a bzw. 25b auf, welche die Aufgabe haben, auf die Kantenbereiche einfallendes Licht direkt zu der Lichtaustrittsfläche 2 bzw. der reflektierenden Fläche 3 zu reflektieren und über einen bestimmten Flächenbereich zu verteilen. Ein entsprechender Strahlengang ist in den Fig. 5a und 5b beispielhaft dargestellt.

Fig. 5a illustriert die Wirkungsweise des verspiegelten Wandabschnitts 25a. Das von der Lichtquelle 6 auf den Wand-

abschnitt 25a einfallende Lichtbündel  $S_1$  wird durch den Wandabschnitt 25a reflektiert und dabei aufgeweitet, so daß es praktisch die gesamte Lichtaustrittsfläche 2 abdeckt. In ähnlicher Weise wird unter einem großen Ausfallswinkel an der Fläche 3 reflektiertes Licht über das Wandelement 25a zu der Lichtaustrittsfläche 2 reflektiert. Der Grad der Aufweitung des Strahlbündels  $S_1$  hängt von dem Grad der Krümmung des Wandelements 25a ab. Bei entsprechend großem Krümmungsradius  $R_1$  und entsprechender Lage des Mittelpunkts des Krümmungskreises  $P_1$  für den Einfallsbereich erfaßt das Strahlbündel  $S_1$  nur einen Teil der Lichtaustrittsfläche, was vorteilhaft sein kann, wenn bestimmte Bereiche der Lichtaustrittsfläche stärker beleuchtet werden sollen.

Die Wirkungsweise des verspiegelten Wandabschnitts 25b ist schematisch in Fig. 5b dargestellt. Das von der Lichtquelle kommende Lichtbündel  $S_2$  wird durch das Wandelement 25b reflektiert, so daß es aufgeweitet wird und im wesentlichen die gesamte reflektierende Fläche 3 abdeckt. Die Fläche 3 reflektiert dann einen Teil dieses Lichts zu der Lichtaustrittsfläche. Der Krümmungsradius  $R_2$  und der Mittelpunkt des entsprechenden Krümmungskreises  $P_2$  können auch so gewählt sein, daß das Bündel  $S_2$  in einen Abschnitt der Fläche 3 fällt, in dem es vollständig zu der Lichtaustrittsfläche 2 reflektiert wird. Das Wandelement 25b reflektiert außerdem unter einem großen Winkel an der Lichtaustrittsfläche 2 reflektiertes Licht zu der Fläche 3.



Bei einem symmetrischen Aufbau wie in Fig. 4 gezeigt sind die vier verspiegelten Abschnitte 25a, 25b vorzugsweise kreisförmig gekrümmt und haben gleiche Krümmungsradien.

Bei den in den Fig. 2 bis 5 dargestellten Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Leuchtvorrichtung sind jeweils zwei bandförmige Lichtquellen einander gegenüberstehend angeordnet. Alternativ kann man jedoch auch nur eine Lichtquelle an einer der beiden Seiten verwenden und die gegenüberliegende Seitenwand verspiegeln, so daß eine virtuelle Lichtquelle auf dieser Seite erzeugt wird. Ebenso kann man in den Winkelbereichen eines Buchstabens anstelle der Lichtquelle 6 eine Verspiegelung vorsehen und die bandförmige Lichtquelle nur an den geraden oder schwach gekrümmten Abschnitten des Körpers 1, z.B. entlang der Abschnitte  $L_1 - L_4$  in Fig. 1, vorsehen.

Wie vorangehend anhand der verschiedenen Ausführungsformen erläutert wurde, können die an dem Körper vorgesehenen verspiegelten Flächenelemente auf mannigfaltige Weise variiert und kombiniert werden. Die erfindungsgemäße Leuchtvorrichtung kann jedoch auch in anderer Hinsicht abgewandelt werden.

Die Figuren 6a bis 6j zeigen schematisch eine Reihe von Möglichkeiten, wie die zur Aufnahme der bandförmigen Lichtquelle vorgesehene Nut 5 gestaltet werden kann. So kann z.B.,

wie dies in den Fig. 6a und 6b, in denen die Lichtquelle der Einfachheit halber nicht dargestellt ist, gezeigt ist, die Nut schräggestellt sein, um das von der Lichtquelle abgestrahlte Licht stärker zu der Lichtaustrittsfläche 2 (Fig. 6b) oder zu einer verspiegelten Fläche, etwa der Seitenfläche 4 in Fig. 6a, zu richten. Insbesondere kann auf diese Weise das von der Lichtquelle abgestrahlte Licht gezielt auf einen als Sammel- oder Zerstreuungsspiegel ausgebildeten Wandabschnitt des Körpers aufgegeben werden. Fig. 6c zeigt eine Teilansicht eines entsprechenden Körpers 1 (ohne Lichtquelle) mit einem als Zerstreuungsspiegel ausgebildeten Wandabschnitt 6c und Fig. 6d zeigt eine entsprechende Ansicht eines Körpers 1 mit einem als Sammelspiegel ausgebildeten Abschnitt 6d. Bei der Nut 5 kann, wenn Licht von der bandförmigen Lichtquelle im wesentlichen nur in eine Richtung abgestrahlt wird, eine Seitenfläche 5a verspiegelt sein, um einen Lichtaustritt aus dem Körper in die Nut zu verhindern, wie dies in Fig. 6a dargestellt ist.

Fig. 6e zeigt in einer Teilansicht eine Nut 5, bei der eine Seitenwand 5a nach außen und innen verspiegelt ist, so daß von der Lichtquelle abgestrahltes Licht, das auf die Fläche 5a einfällt, zu der gegenüberliegenden Fläche 5b reflektiert wird. In Fig. 6f ist eine derartige doppelt verspiegelte Fläche 5a in Verbindung mit einer asymmetrischen Nut 5 gezeigt.

Die Nut kann auch treppenförmig ausgebildet sein (vgl. Fig. 6g und Fig. 6h). Bei einer derartigen treppenförmigen Ausgestaltung kann die bandförmige Lichtquelle 6 parallel zu der Lichtaustrittsfläche 2 (Fig. 6h) oder parallel zu einer Seitenfläche 4 (Fig. 6g) angeordnet sein. Die Nut 5 kann auch in der reflektierenden Fläche 3 ausgebildet sein (Fig. 6i bzw. Fig. 6j). Um in den Raumbereich zwischen der Nut und der Seitenwand 4 eingestrahlt Licht nutzbar zu machen, kann die Seitenwand 4 wie in Fig. 6j dargestellt abgeschrägt sein.

Die Fig. 7a bis 7d zeigen verschiedene Arten der Anordnung der bandförmigen Lichtquelle 6 in der Nut 5 in einer Teilansicht. Die Lichtquelle 6 kann parallel zum Boden 5<sub>3</sub> der Nut (Fig. 7a) oder parallel zu einer Seitenfläche 5<sub>1</sub> der Nut (Fig. 7b) angeordnet sein. Weiterhin können zwei parallele bandförmige Lichtquellen 6a und 6b jeweils parallel zu den Seitenwänden 5<sub>1</sub> und 5<sub>2</sub> der Nut 5 angeordnet sein (Fig. 7c). schließlich können auch parallel zu allen drei Seiten der Nut, 5<sub>1</sub> - 5<sub>3</sub>, bandförmige Lichtquellen 6a - 6c angeordnet sein (Fig. 7d)

Bei einer zweiten Ausführungsform der Erfindung hat die Lichtaustrittsfläche nicht die Form des anzuzeigenden Schriftzugs. Sie bildet vielmehr eine einfache, z.B. rechteckige Fläche 32 wie in Fig. 8 gezeigt, auf der sich der anzuzeigende Schriftzug beim Betrieb der Vorrichtung hell

oder dunkel abhebt. Dieser optische Kontrast wird dadurch erzeugt, daß die bandförmige Lichtquelle in der Form des anzuzeigenden Schriftzugs in dem Körper 1 eingebettet ist. Bei einer ersten Varianten der zweiten Ausführungsform füllt die bandförmige Lichtquelle im wesentlichen den Schriftzug aus, d.h. der Betrachter sieht im wesentlichen das leuchtende Band der Lichtquelle als Schriftzug. Bei einer zweiten Variante der zweiten Ausführungsform verläuft die bandförmige Lichtquelle entlang dem Umriß des Buchstabens, d.h. der Betrachter sieht den Bereich der Lichtaustrittsfläche, der dem von der bandförmigen Lichtquelle umschlossen Raumbereich des Körpers entspricht, heller erleuchtet als den Rest der Lichtaustrittsfläche. Mit dem gleichen Prinzip läßt sich auch eine Negativdarstellung des Schriftzuges erzielen, in diesem Fall erfolgt die Lichtabstrahlung der bandförmigen Lichtquelle im wesentlichen in der Richtung von dem Schriftzug weg.

Fig. 9a zeigt eine Rückansicht eines Beispiels der ersten Variante, bei der Nuten  $35_1$ ,  $35_2$ ,  $35_3$  in der Form von spiegelverkehrten Buchstaben in die verspiegelte Rückwand 3 des Körpers 3 eingelassen sind. Entlang dieser Nuten sind jeweils bandförmige Lichtquellen  $36_1$ ,  $36_2$ ,  $36_3$  angeordnet, wie man am besten anhand von Fig. 9b erkennt, welche eine teilweise Schnittdarstellung entlang der Linie II - II in Fig. 9a ist. Um einen dreidimensionalen Effekt zu erreichen, können auch mehrere Lichtquellen entlang der drei Seiten der Nut  $35_i$

1,2, ....) entsprechend der in Fig. 7d gezeigten Konfiguration angeordnet sein. Sofern die bandförmigen Lichtquellen an ihren Schmalseiten ausreichend abstrahlen, kann auch eine Konfiguration wie in Fig. 7c gezeigt verwendet werden, bei der zwei bandförmige Lichtquellen, Rücken an Rücken, in der Nut 35i angeordnet sind. Eine Konfiguration wie in Fig. 7c gezeigt kann aber auch verwendet werden, um das angezeigte Schriftzeichen dunkel erscheinen zu lassen. In diesem Fall sind die Lichtquellen so eingerichtet, daß sie nur auf der dem Körper 1 zugewandten Breitseite Licht abstrahlen.

Fig. 10a zeigt eine Rückansicht der zweiten Variante der zweiten Ausführungsform, Fig. 10b ist eine teilweise Schnittansicht entlang der Linie III - III in Fig. 10a. Bei dieser Ausführungsform verlaufen Nuten 45<sub>i</sub> entlang dem Umriß von spiegelverkehrten Schriftzeichen und umschließen jeweils erhabene Abschnitte 1<sub>i</sub> des Körpers 1, die jeweils den anzuzeigenden Schriftzeichen entsprechen. In den Nuten 45<sub>i</sub> sind bandförmige Lichtquellen 46<sub>i</sub> angeordnet, welche Licht in die Abschnitte 1<sub>i</sub> des Körpers 1, ähnlich wie bei der ersten Ausführungsform einstrahlen. Alternativ können die Lichtquellen 46<sub>i</sub> so eingerichtet sein, daß sie Licht ausschließlich auf die Seitenfläche der Nuten 45<sub>i</sub> einstrahlen, die den Flanken der Raumbereiche 1<sub>i</sub> gegenüberliegen. In diesem Fall hebt sich der Schriftzug dunkel von der ansonsten erleuchteten Lichtaustrittsfläche 2 ab. Bei

der in Fig. 10a, 10b gezeigten Ausführungsform der Erfindung sind die Buchstaben nicht vollständig aus einem transparenten Körper wie bei der ersten Ausführungsform (Fig. 1) ausgeschnitten, sondern lediglich reliefartig in dem Körper ausgebildet. In beiden Fällen umläuft aber die Lichtquelle ein Körperelement, daß einem Schriftzeichen entspricht. Die Ausleuchtung der Raumbereiche 1<sub>1</sub> läßt sich daher durch ähnliche Maßnahmen wie im Zusammenhang mit der ersten Ausführungsform und den Figuren 1 bis 7 geschildert optimieren. Wenn gewünscht ist, daß sich die Schriftzeichen dunkel von einem hellen Hintergrund abheben, wendet man entsprechend die in Verbindung mit Fig. 1 bis 7 beschriebenen Prinzipien nicht auf die Raumbereiche 1<sub>1</sub>, sondern auf die Teile des Körpers an, die zwischen den Raumbereichen 1<sub>1</sub> liegen und stärker ausgeleuchtet werden sollen. Die Nuten 45<sub>1</sub> können in einer weiteren Abwandlung statt auf der verspiegelten Rückseite 3 auch auf der Lichtaustrittsfläche 2 ausgebildet sein.

Im Zusammenhang dieser Beschreibung wurden die bandförmigen Lichtquellen der Einfachheit halber in offenen Nuten dargestellt. Sie können jedoch auch vergossen werden, wobei man z.B. zunächst die Nuten wie beschrieben ausbildet, die Lichtquellen darin anordnet und sie dann anschließend in den Nuten vergießt.

Die in der vorstehenden Beschreibung, den Ansprüchen sowie

-22-

der Zeichnung offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausführungsformen wesentlich sein.

---

Ansprüche

---

1. Leuchtvorrichtung mit einem Körper (1) aus einem transparenten Material, einer oder mehreren Lichtquellen, welche Licht in den Körper einstrahlen und einer Lichtaustrittsfläche (2) an einer Seite des Körpers, über welche in den Körper eingestrahktes Licht aus dem Körper austritt, wobei mindestens eine bandförmige Lichtquelle, welche bezüglich ihrer Längsrichtung kontinuierlich Licht abstrahlt, unmittelbar an oder in dem Körper derart angebracht ist, daß das Licht, das aus einer dem Körper zugewandten Seite der bandförmigen Lichtquelle (6) austritt, im wesentlichen vollständig in den Körper (1) eintritt,  
dadurch **gekennzeichnet**,  
daß eine Seitenfläche des Körpers (25a, 54a) zumindest teilweise als Spiegel oder Reflektor für in dem Körper laufendes Licht ausgebildet ist, der auf ihn einfallendes Licht zumindest teilweise zu der Lichtaustrittsfläche (2) reflektiert,  
wobei ein Wandabschnitt (25a; 54a) in einem Kantenbereich des Körpers (1) als gekrümmter Spiegel ausgebildet ist, der von der bandförmigen Lichtquelle (6) direkt auf ihn einfallendes Licht zu der Lichtaustrittsfläche (2; 32) reflektiert.



- 24 -

2. Leuchtvorrichtung nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß der als gekrümmter Spiegel oder Reflektor ausgebildete Wandabschnitt (63) als Sammelspiegel ausgebildet ist und an die Lichtaustrittsfläche (32) angrenzt.
3. Leuchtvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der als gekrümmter Spiegel oder Reflektor ausgebildete Wandabschnitt (25a, 54a) einer als Spiegel oder Reflektor ausgebildeten Seitenfläche (3; 37) des Körpers benachbart ist, welche zumindest einen Teil des auf sie aus dem Körper (1) einfallenden Lichts zu der Lichtaustrittsfläche reflektiert.
4. Leuchtvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3 gekennzeichnet durch eine reflektierende Anordnung mit einer ersten als Spiegel oder Reflektor ausgebildeten Wandfläche des Körpers (25b), die aus dem Inneren des Körpers auf sie einfallendes Licht zumindest teilweise zu einer zweiten als Spiegel ausgebildeten Wandfläche (3) des Körpers reflektiert, die auf sie einfallendes Licht zumindest teilweise zu der Lichtaustrittsfläche (2) reflektiert.
5. Leuchtvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die erste als Spiegel oder Reflektor ausgebildete Wandfläche (25b) der reflektierenden Anordnung gekrümmt ist.
6. Leuchtvorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die erste als Spiegel ausgebildete Wandfläche (2) angrenzt.

- 25 -

7. Leuchtvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6 dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtaustrittsfläche (2) eine im wesentlichen parallele, als Spiegel oder Reflektoren ausgebildete Fläche (3) des Körpers (1) gegenübersteht.
8. Leuchtvorrichtung nach Anspruch 7, gekennzeichnet durch zwei ebene, als Spiegel oder Reflektor ausgebildete Flächen (14a, 14b) zur Reflexion von in dem Körper laufendem Licht, die zueinander um  $90^\circ$  geneigt sind, wobei eine dieser beiden Flächen (14b) an die zu der Lichtaustrittsfläche im wesentlichen parallele, als Spiegel oder Reflektor ausgebildete Fläche (3) anschließt und bezüglich dieser Fläche (3) geneigt ist.
9. Leuchtvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß sich die bandförmige Lichtquelle (6) im wesentlichen in einer Richtung parallel zur Lichtaustrittsfläche erstreckt.
10. Leuchtvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9 dadurch gekennzeichnet, daß die bandförmige Lichtquelle (6) derart angeordnet ist, daß das direkt von ihr auf die Lichtaustrittsfläche (2) einfallende Licht einen Einfallswinkel ( $\alpha$ ) aufweist, der größer ist als der Winkel der Totalreflexion.
11. Leuchtvorrichtung sind nach Anspruch 10 dadurch gekennzeichnet,  
daß die als Spiegel ausgebildeten Flächen des Körpers (1) so eingerichtet sind, daß das von ihnen zu der Lichtaustrittsfläche (2) reflektierte Licht an der Lichtaustrittsfläche einen Einfallswinkel aufweist, der größer als der Winkel der Totalreflexion ist, und die Lichtaustrittsfläche (2) einen Abschnitt mit einer unregelmäßigen Oberfläche aufweist.

- 26 -

12. Leuchtvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Körper (1) eine im wesentlichen rotationssymmetrische Form aufweist und die Lichtaustrittsfläche (72) im wesentlichen senkrecht zu der Symmetrieachse liegt.
13. Leuchtvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10 gekennzeichnet durch eine rotationssymmetrische kegelförmige Lichtaustrittsfläche (32), welche sich zum Inneren des Körpers (1) hin verjüngt
14. Leuchtvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß sie in der Form eines Schriftzeichens oder einer Folge von Schriftzeichen ausgebildet ist.

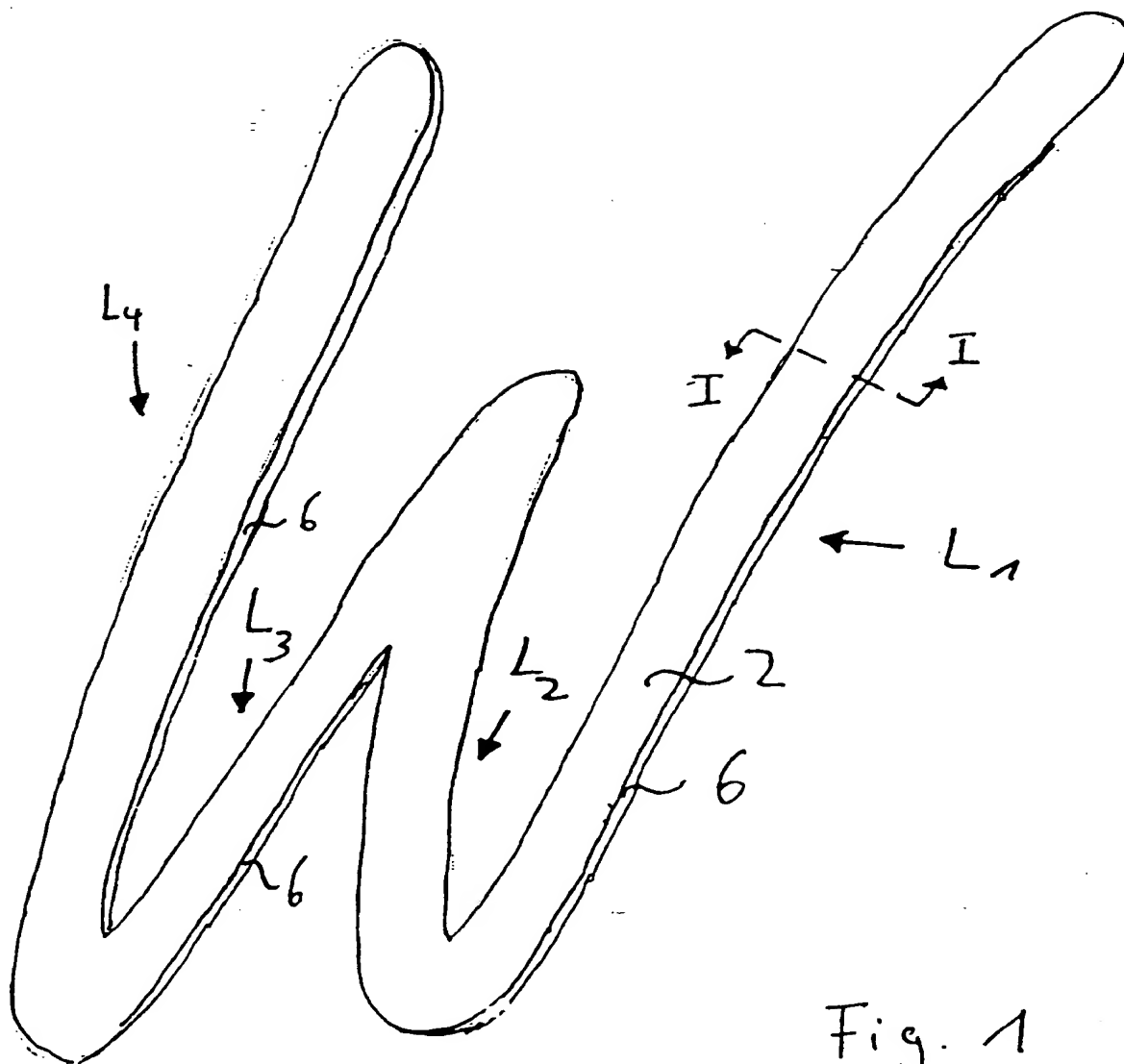
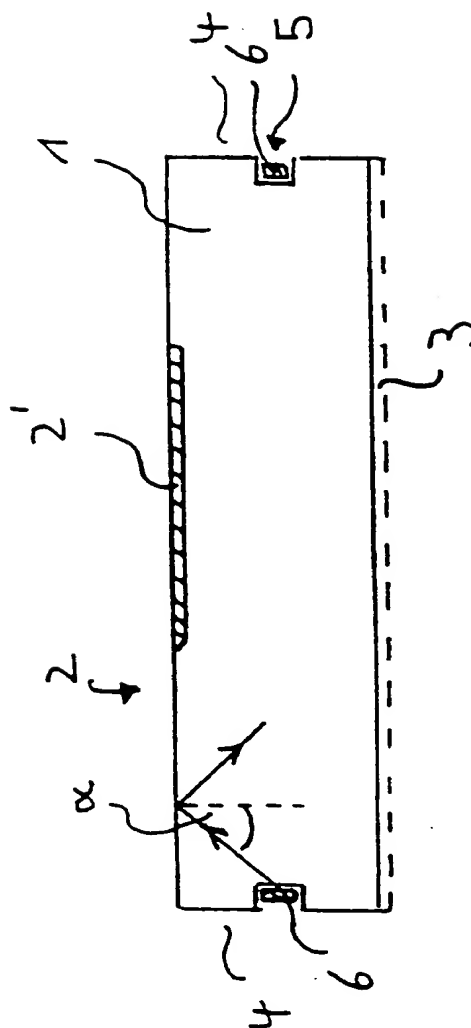


Fig. 1

Fig. 2



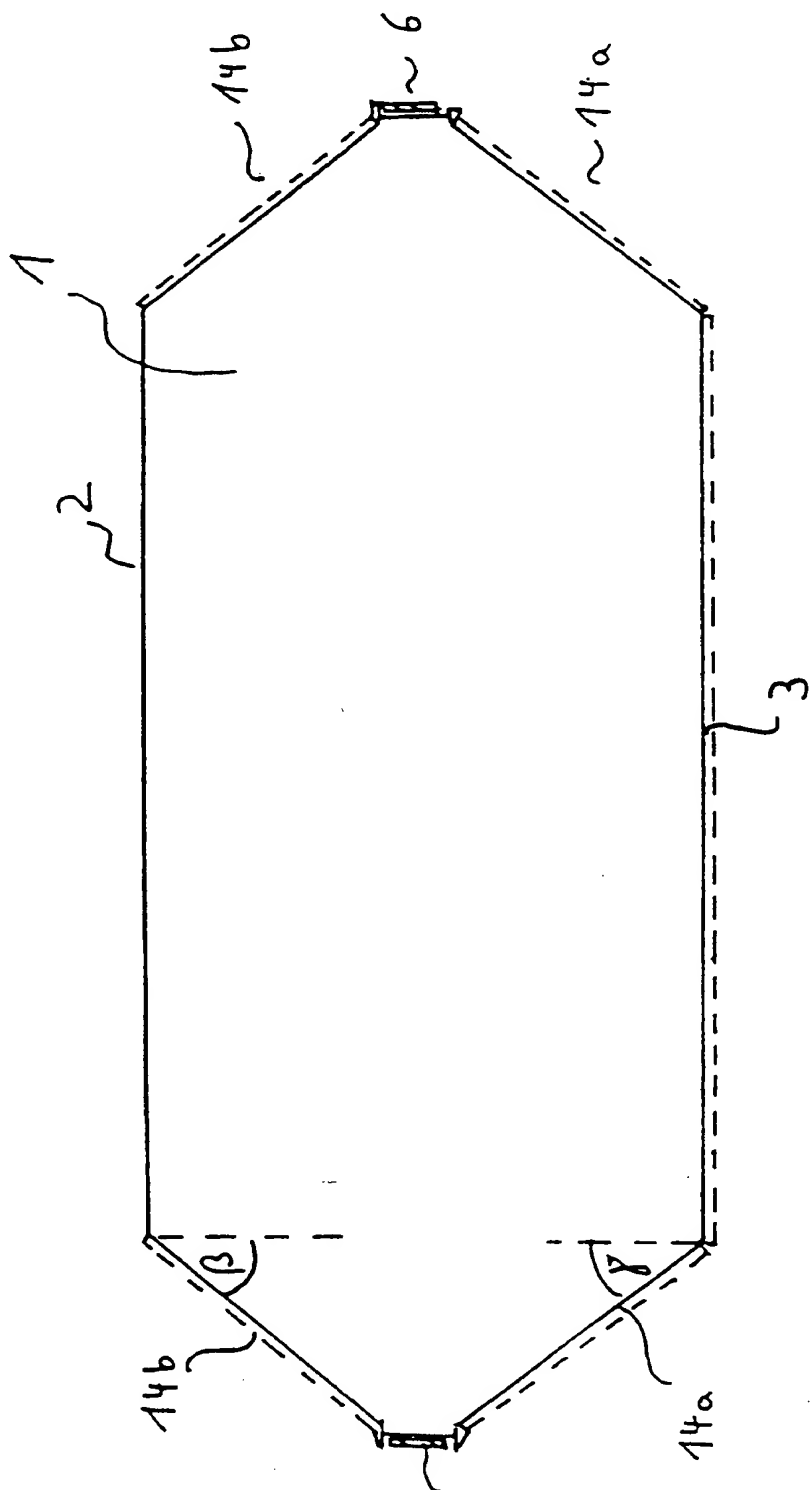


Fig. 3

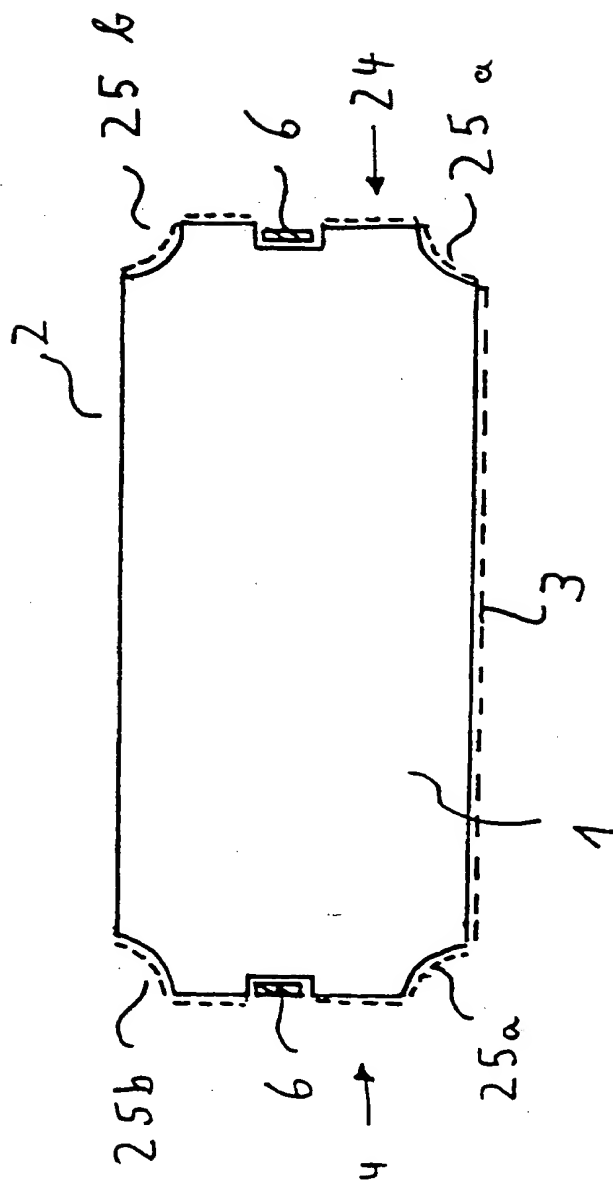


Fig. 4

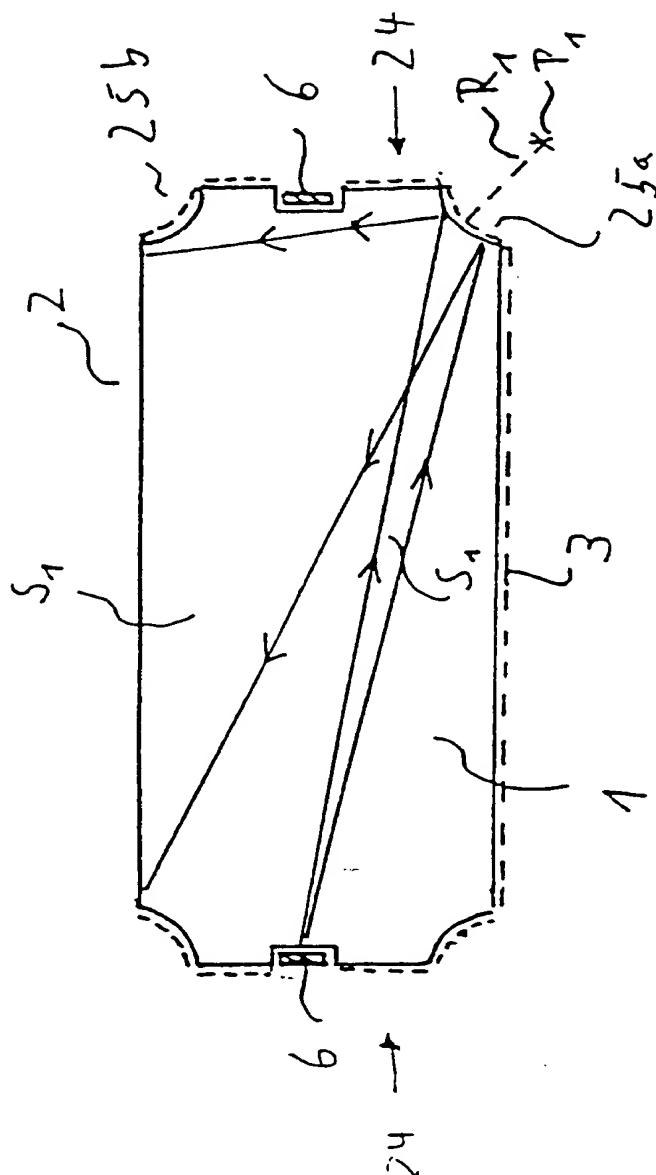


Fig. 5a



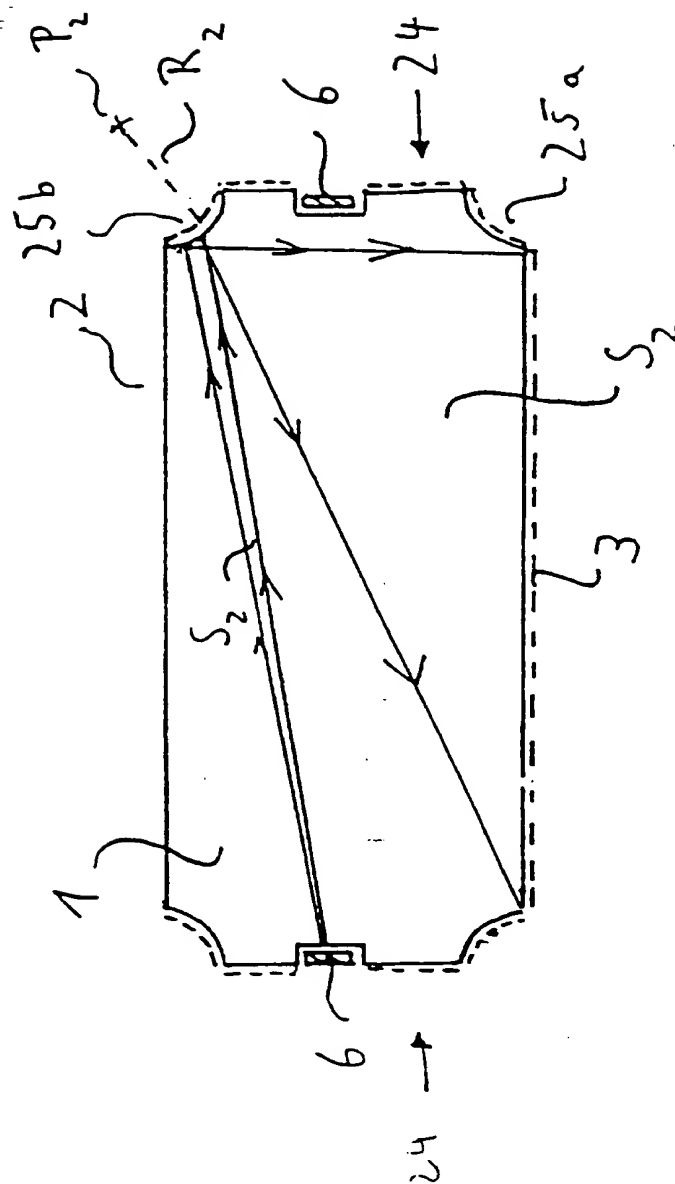
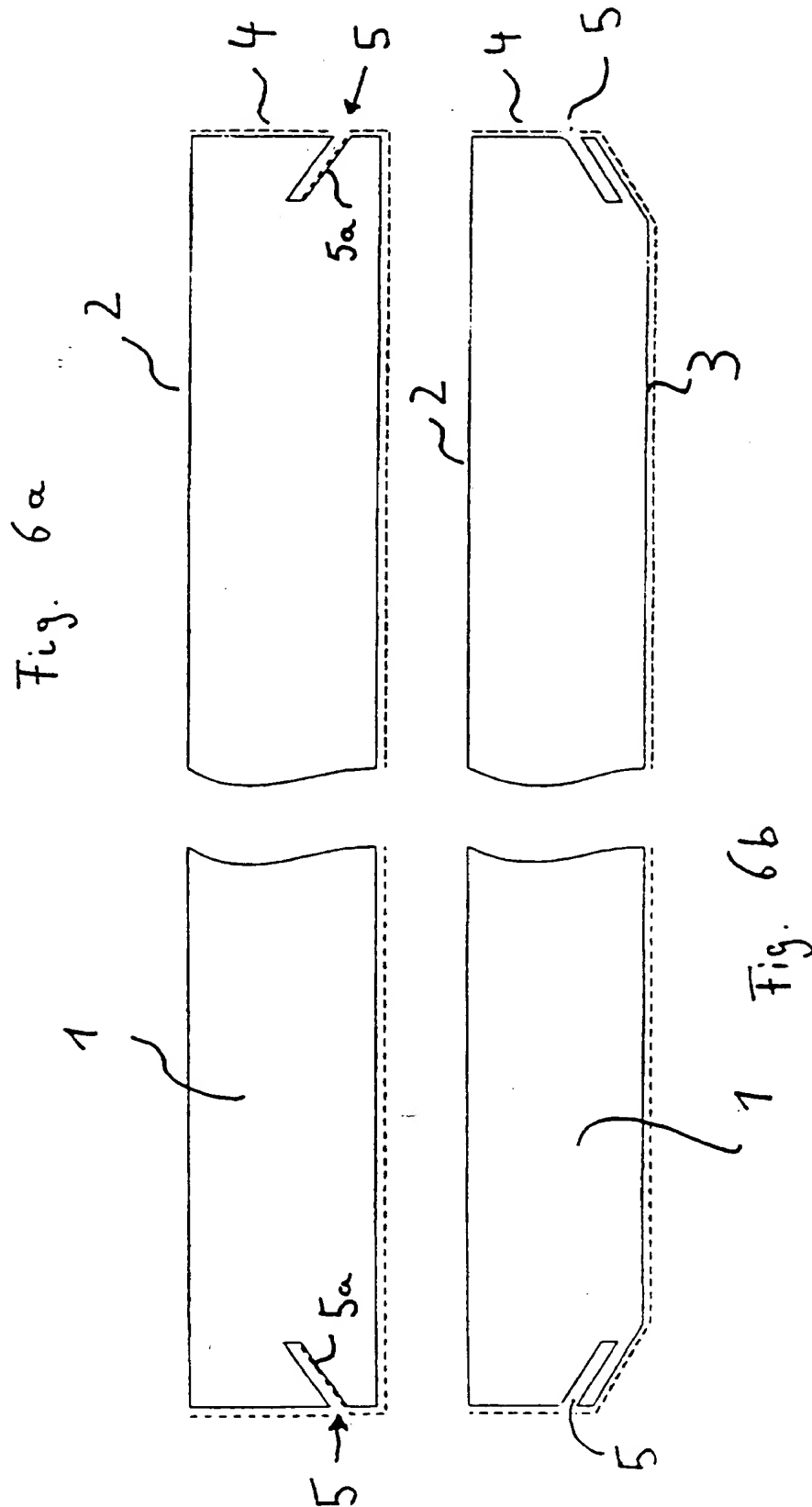


Fig. 5b



8/20

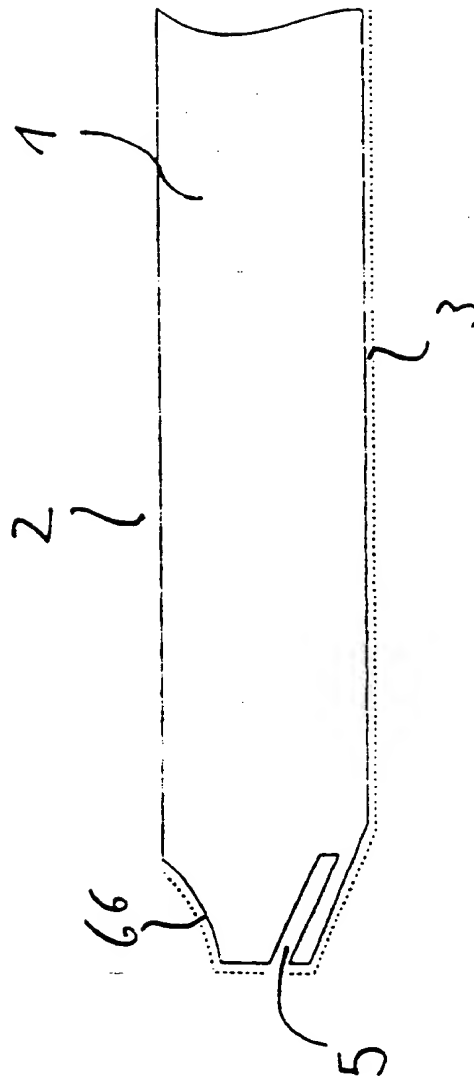


Fig. 6c

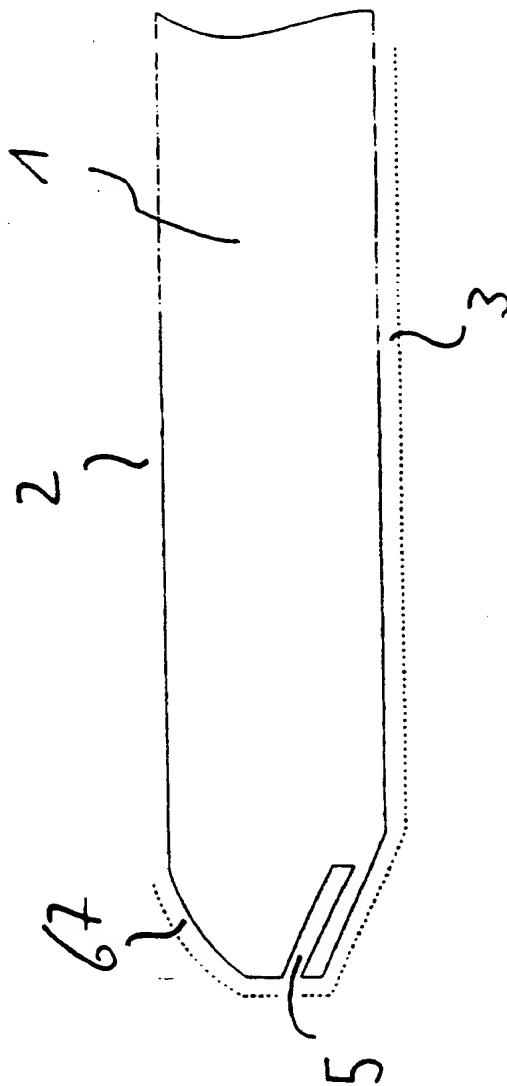


Fig. 6d

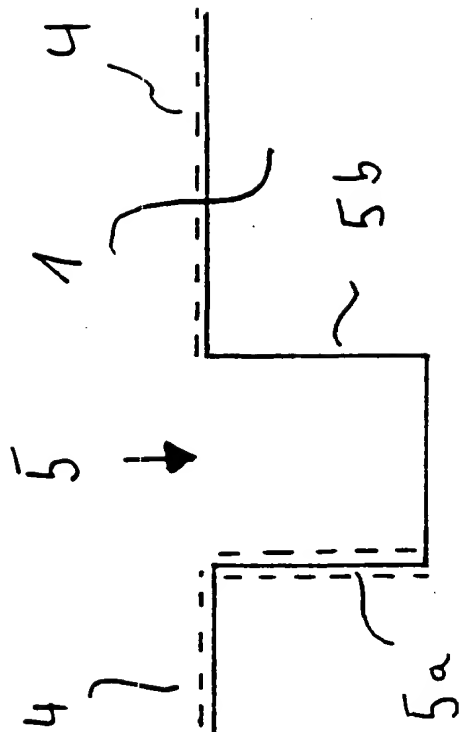


Fig. 6e

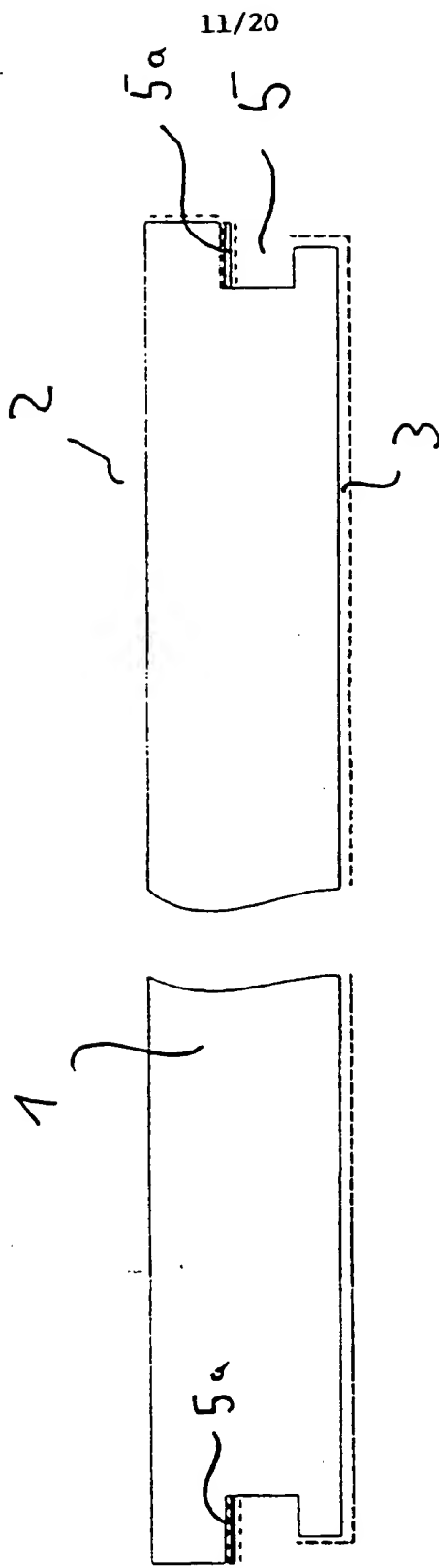


Fig. 6f

12/20

Fig. 6g

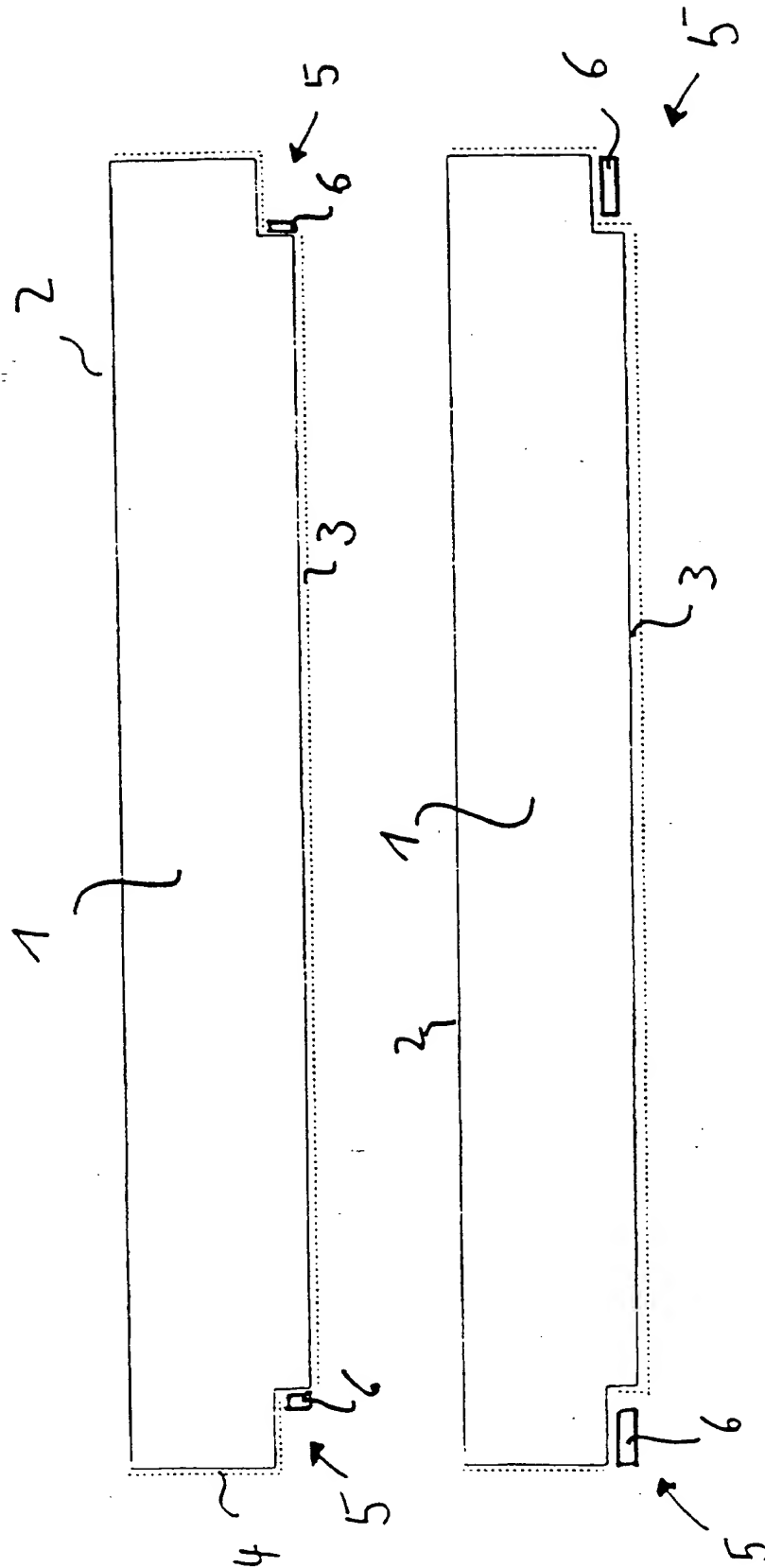


Fig. 6h

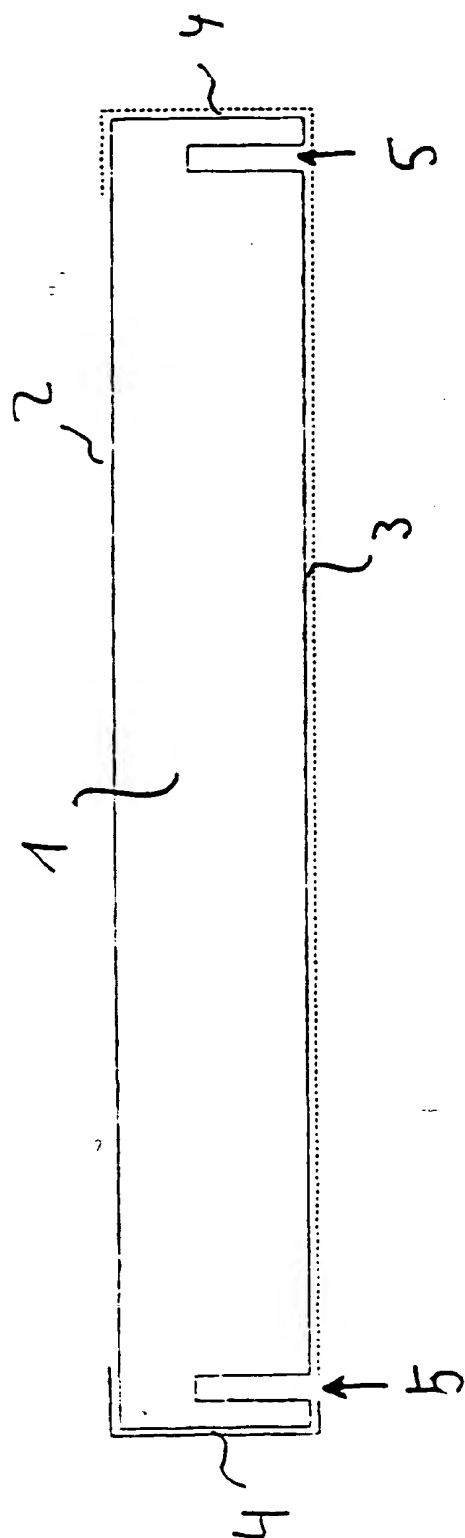


Fig. 6i



14/20

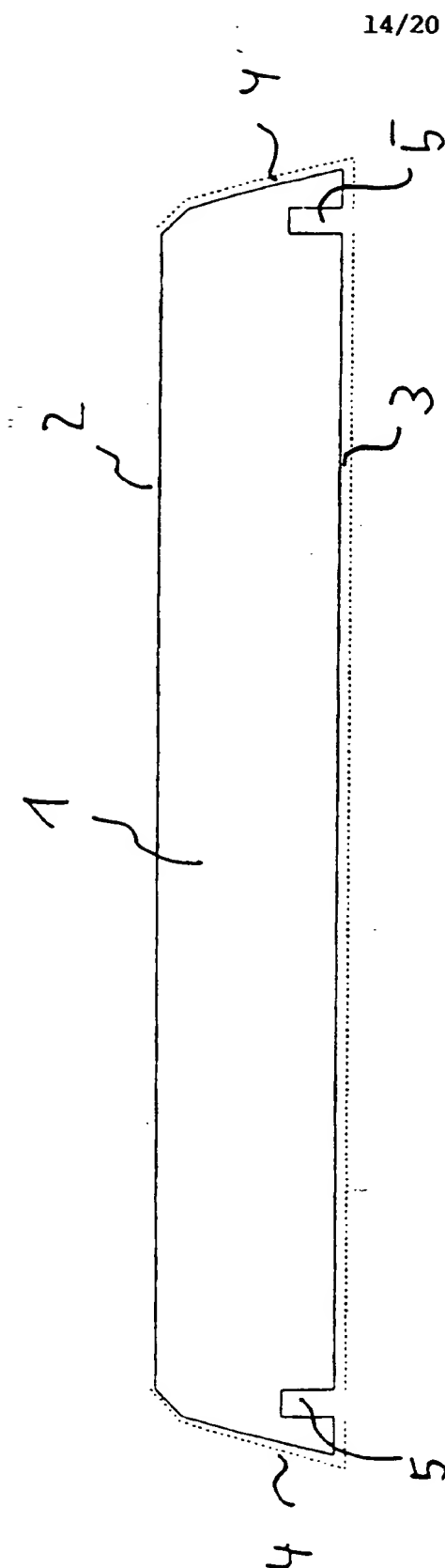


Fig. 6j

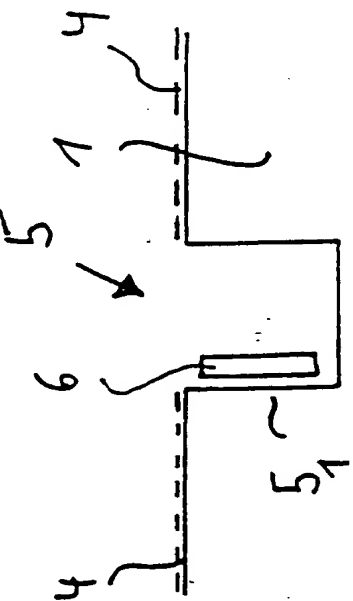


Fig. 7a

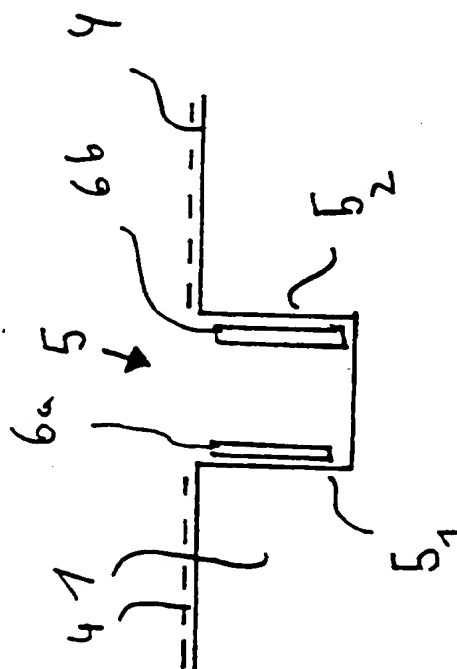


Fig. 7c

Fig. 7b

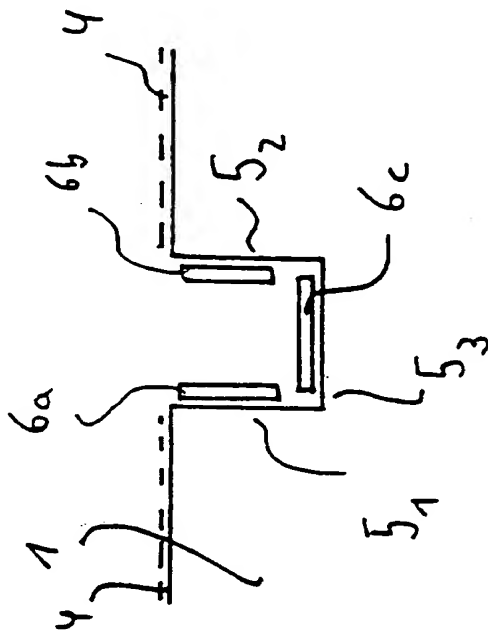


Fig. 7d

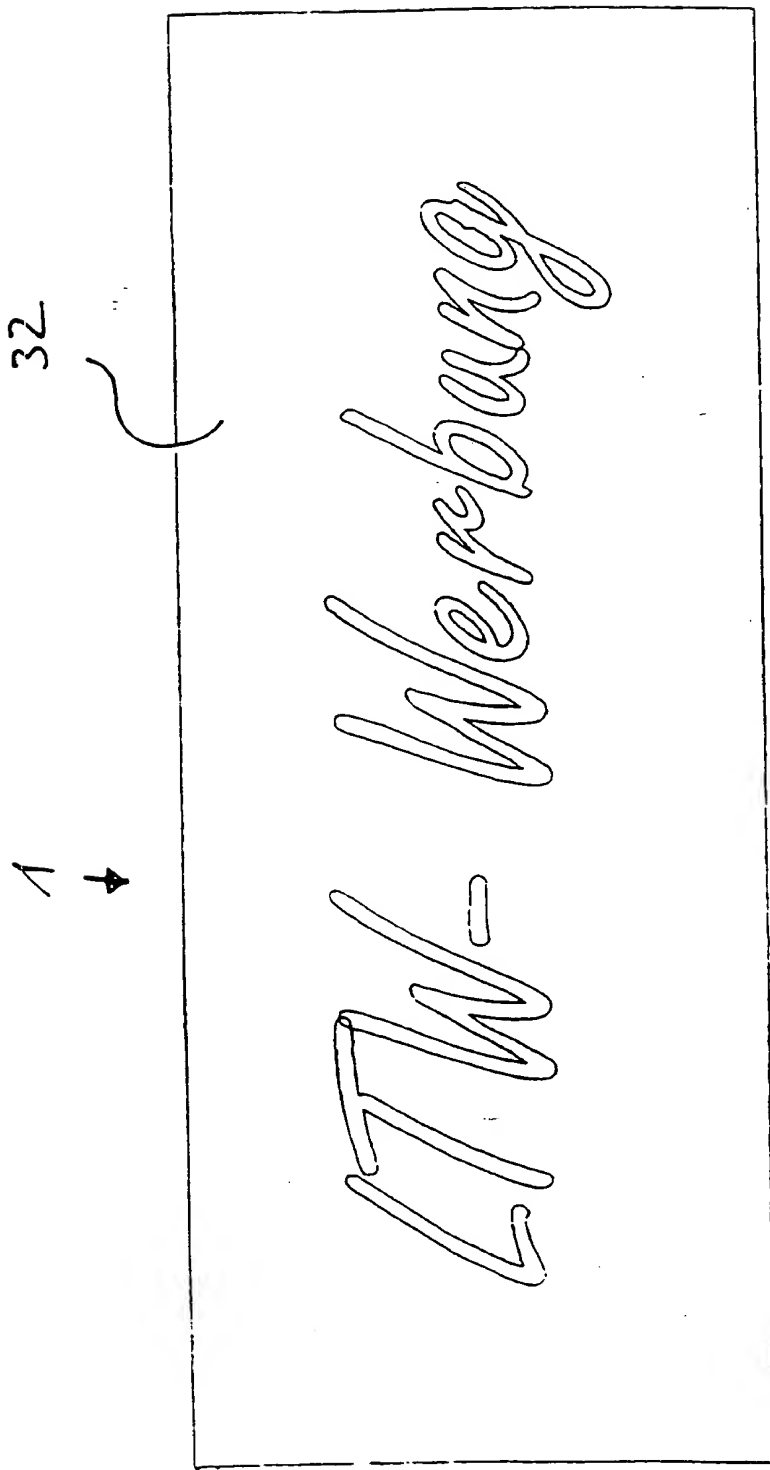


Fig. 8

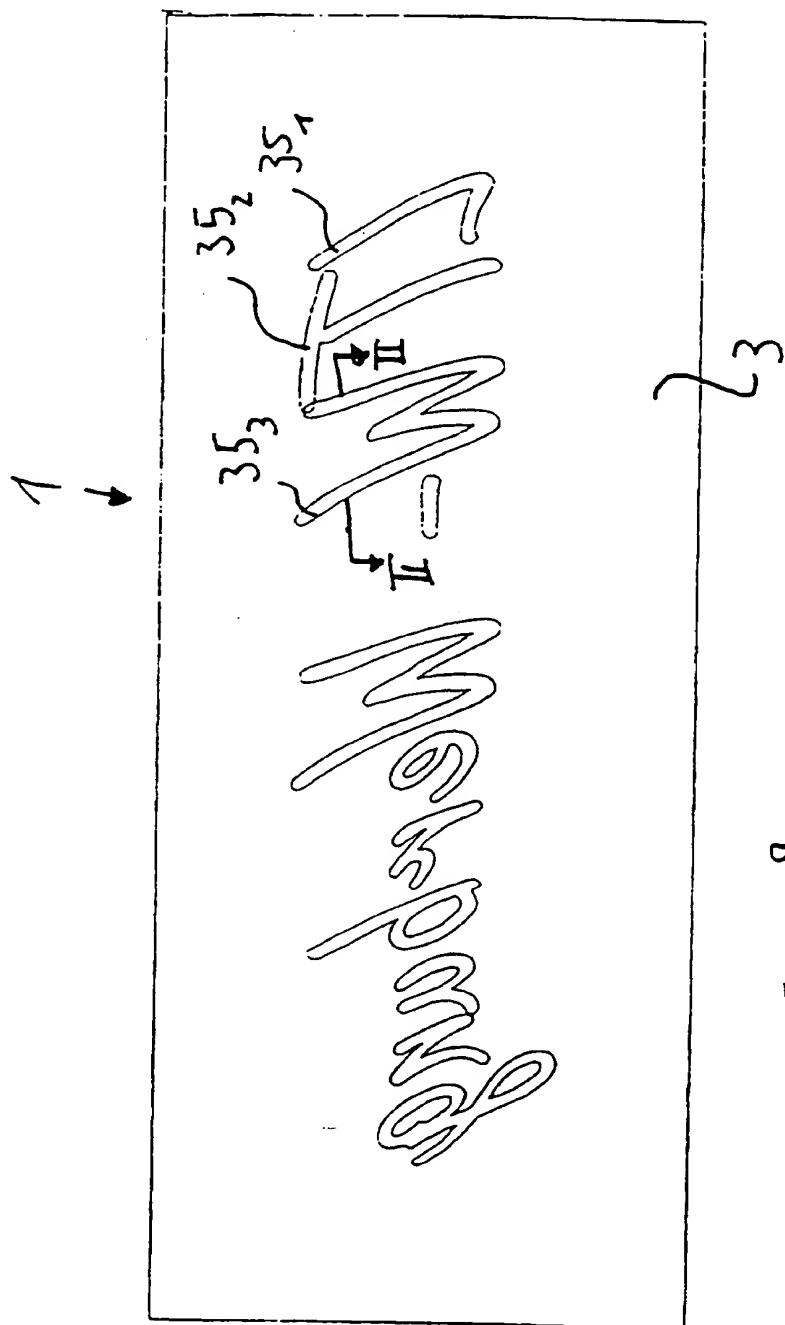


Fig. 9a

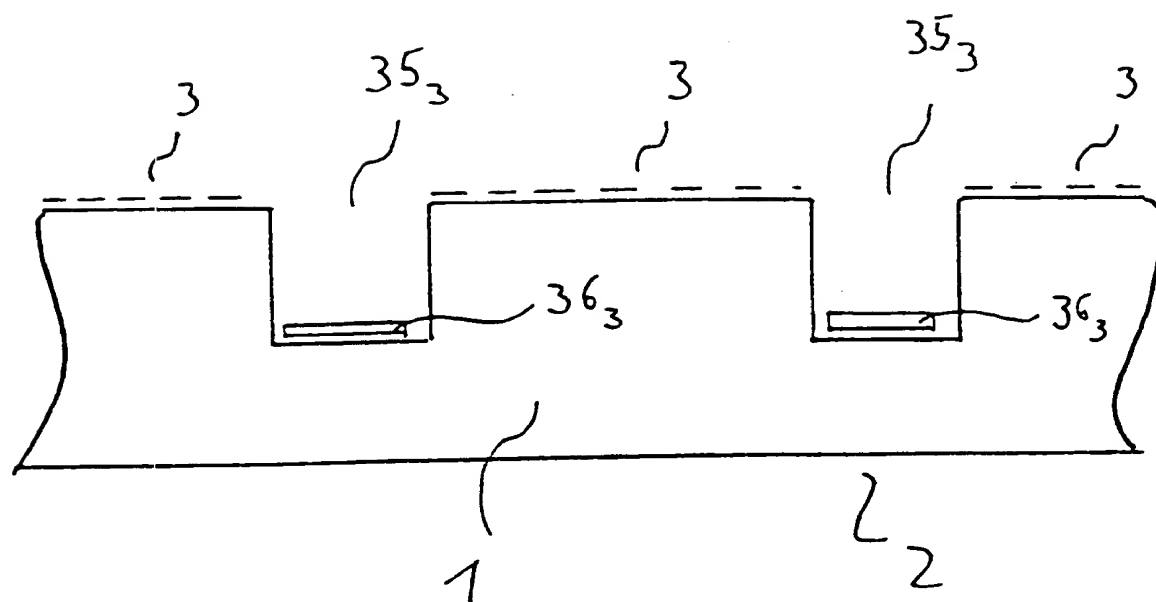


Fig. 9b

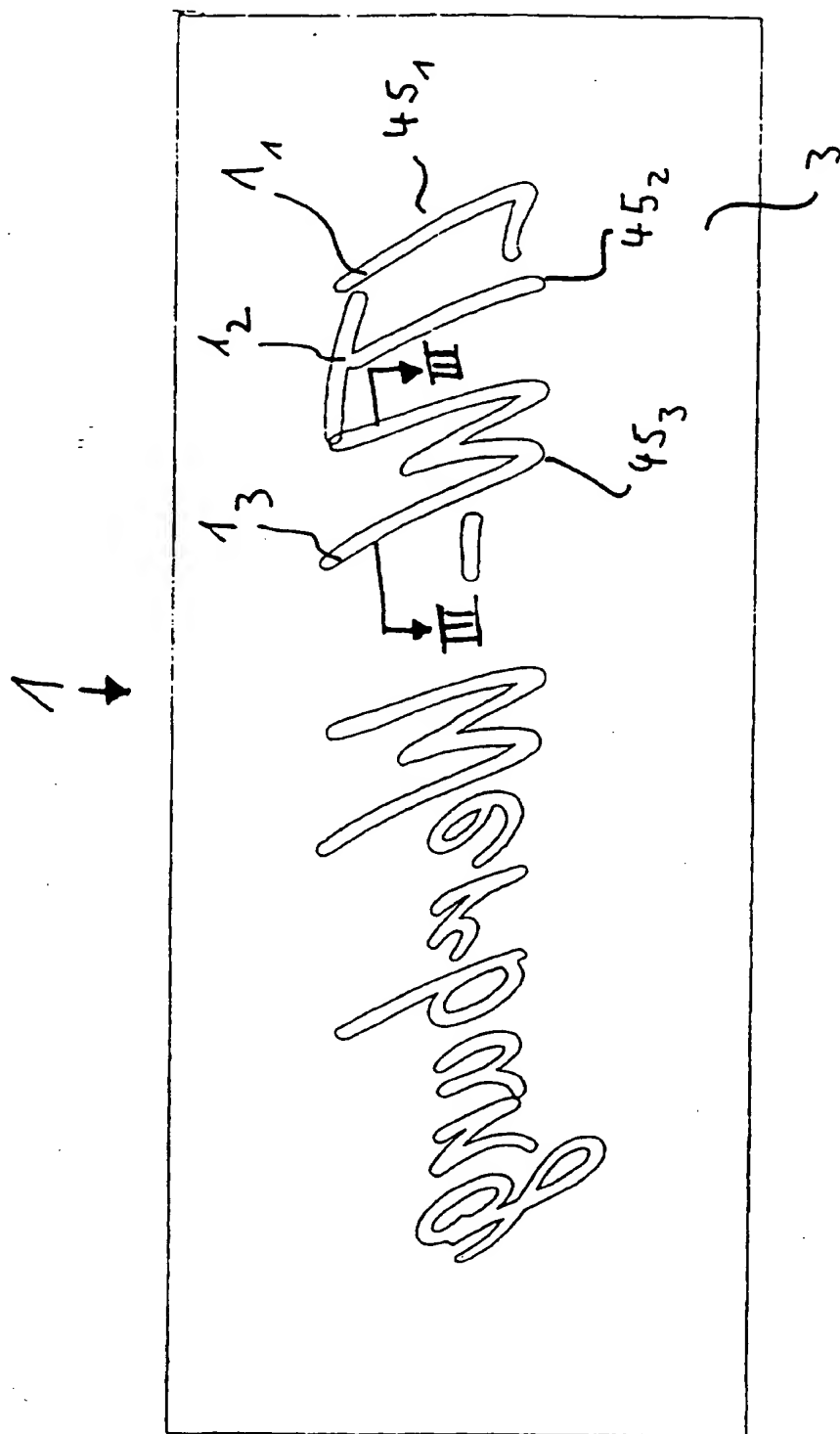


Fig. 10a

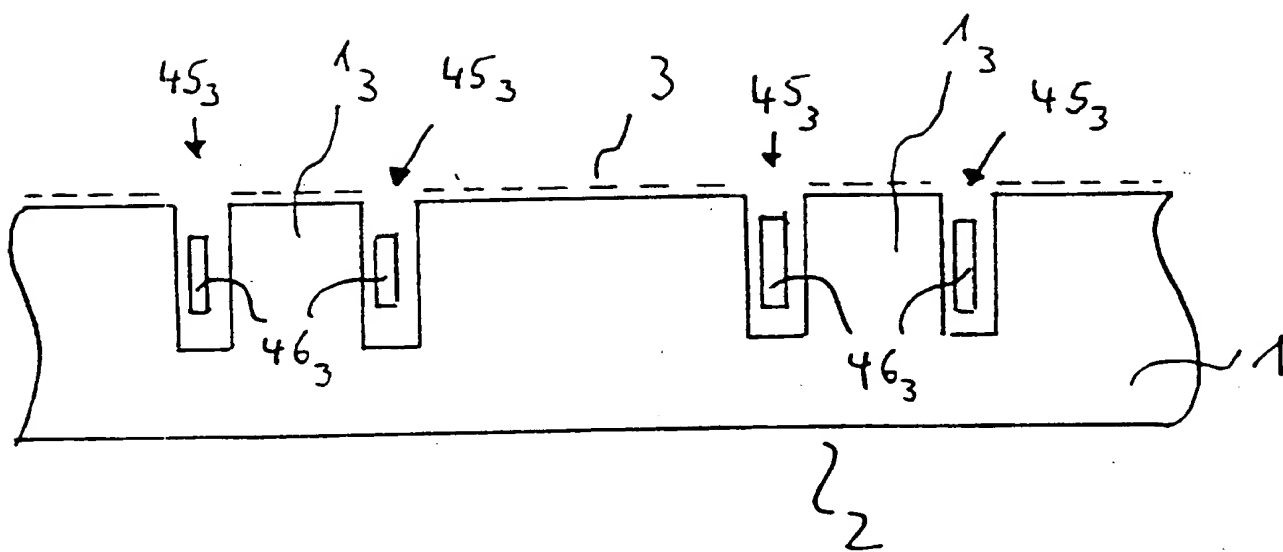


Fig. 10b



1

Code: 973-76466  
Ref. No.: TIRTECH.015A

INTERNATIONAL PATENT OFFICE  
WORLD ORGANIZATION FOR INTELLECTUAL PROPERTY

International patent published on  
the basis of the Patent Cooperation Treaty

INTERNATIONAL PUBLICATION NO. WO 97/30431 A2

International Patent Classification <sup>6</sup> :	G09F
International Filing No.:	PCT/DE97/00310
International Filing Date:	February 20, 1997
International Publication Date:	August 21, 1997
Priority:	
Date:	February 20, 1996;
Country:	DE
No.:	196 06 179.2
Date:	February 22, 1996
Country:	DE
No.:	296 03 225.5

RECEIVED  
APR 29 2000  
TC 2000 MAIL ROOM

LIGHTING DEVICE FOR DISPLAY OF GRAPHIC CHARACTERS

Applicant and Inventor:	Thomas Leibe [DE/DE] Flemmingerier Strasse 11b D-04746 Hartha (DE)
Designated States:	CA, CN (Utility Model), SG, US, European Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE)

Published without International Search Report; to be republished after receipt of report.



Abstract

The light sources provided give off light in all directions. If a light source at the edge of a platform lamp which radiates into the lamp is attached or imbedded at the edge, it is apparent that a large portion of the light at the edge of the surface to be illuminated leaves the lamp (visible as a bright edge etc.). This effect occurs in all known arrangements because in this region the light strikes the surface with a smaller angle than the angle of total reflection, and for the most part exits. This natural characteristic considerably limits the use of radiated light for the lighting effect in the entire area of the lamp. An essential major feature of this patent application is how to compensate for this effect and thus the possibility of using the portion of light normally ignored in known applications.

The present invention relates to a lighting device according to the preamble of Claim 1. Such lighting devices are used in particular in outdoor advertising, emergency lighting, lighted signage, and advertising displays. Said lighting devices typically consist of neon tubes which are bent in the shape of graphic writing to be displayed, using conventional lighting means, individually or in groups. Such lighting displays are expensive and susceptible to damage.

The object of the present invention is to provide a lighting device of the initially mentioned type, which can be produced at low cost, without a frame, and independent of shape, which is less susceptible to damage and which makes optimal use of the light emitted from the source.

This object is achieved in the present invention by means of a lighting device having the features of Claim 1. Advantageous embodiments are given in the dependent claims. Because impact- or break-resistant plastic materials, for example, acrylic glass, can be used as element materials, and the light source can be easily replaced, lighting devices according to the invention have a longer service life than graphic letters composed of neon tubes used in outdoor advertising, for example. Furthermore, a low-voltage power source can be used, resulting in power savings compared to lighting elements composed of neon tubes.

According to a first embodiment of the invention, the entire element is constructed in the form of the graphic character, symbol, pictogram, or graphic writing to be displayed, wherein the ribbon-shaped light source is preferably attached laterally in the element, and conforms to the outline of the graphic character, illuminant, or graphic writing. In this manner, the light exit surface can have the shape of the graphic character or writing to be displayed. According to a second embodiment, the light source is attached in the element such that the graphic character or writing to be displayed appears on a portion of the light exit surface. To this end, the graphic characters to be displayed can be constructed in relief, preferably on the light exit surface, or as a reversed mirror image on the back side. In a first variant of this embodiment, the graphic

character has a recessed construction, and one or more ribbon-shaped light sources are attached in the groove thus created. In a second variant, the graphic letter or writing has an elevated construction, such that said graphic letter or writing is completely surrounded by a groove in which one or more ribbon-shaped light sources are arranged. The light sources thus embedded in the element can be accessible from one side of the element through the respective groove, or they can be cast in the groove. Of course, such a lighting device with cast light sources can also be produced in such a manner that the light sources are attached in a casting mold in a configuration that corresponds to the previously described arrangement in the grooves, and the element is then cast around the light sources. If the element itself is constructed in the form of the graphic character or writing to be displayed, as a rule the ribbon-shaped light source is attached lying flat, either in a groove on the side of the element or on a flat, lateral surface of the element. Said light source can also be integrated into the element by casting.

The element material at the light exit surface can be transparent or diffusely dispersive ("milky"), and, corresponding to the use, may be optionally colored as well. The light source can be mounted with a certain inclination in order to align the radiated light predominantly onto a mirror-coated surface. A lateral surface of the element can be constructed as a mirror by applying a reflecting layer to the surface by known methods, for example, by vapor deposition of reflective material or by adhesion of a reflective film or the like. Because a certain amount of light is reflected when light strikes a boundary surface, a mirror effect can also be achieved by highly polishing the corresponding surface. This surface is preferably arranged such that it reflects a predominant amount of the light entering from a direction suitable for reflection to the light exit surface.

In accordance with the invention, the emission of light from the ribbon-shaped light source becomes more uniform in relation to the direction of the ribbon, while the surface constructed as a mirror forms a virtual light source such that the light exit surface is lit from an additional side and is thereby illuminated more consistently. The element can have numerous surfaces constructed as mirrors, wherein the mirror effect concerns light traveling in the element; that is, light traveling in the element is reflected back to the mirror-coated surfaces of the element.

The ribbon-shaped light source radiates only a small portion of light at the narrow sides, while the mirror surface reduces the absorption by light-absorbing surfaces of the element by directing the reflection to the light exit surface, so that the overall light efficiency is improved. Preferably, the mirror surface thus guides a light beam which comes directly from the light source or from a non-diffusely reflective surface to the light exit surface.

A wall of the element advantageously has a concave or convex mirror design, for example, by applying a mirror coating, and reflects light coming from the light source or from another mirror surface to the light exit surface, such that the radiation thus reflected covers a specific area of the light exit surface defined by the curvature and orientation of said wall section, which, of course, can also be the entire light exit surface. In this manner, the light beam cone can be expanded or contracted by the reflection.

As an addition or alternative, the arrangement outlined above can be modified so that at least one portion of the light striking the curved wall element is reflected by a second, preferably flat, mirror to the light exit surface.

Light output coupling at the light exit surface can be effected by two different methods.

The ribbon-shaped light sources and the inward mirror-coated boundary surfaces of the element can be installed such that the light traveling in the element strikes the light exit surface at an angle that is greater than the angle of total reflection  $\alpha_T$ . The light then exits only at the locations of the light exit surface having an irregular surface, since at those points, although the angle of incidence in the center is greater than the angle of total reflection, the local angle of incidence can be smaller than the angle of total reflection. Such an irregular surface can be obtained by known methods such as etching, grinding, or by deposition of a light-dispersing substance or film.

Alternatively, the light source and the reflecting surfaces can be installed so that the light radiated and reflected from said light source and reflecting surfaces, respectively, at least partially strikes the light exit surface at an angle that is smaller than the angle of total reflection, such that said light partially exits the element. However, since a certain portion of the light is thus reflected back into the element, it is advantageous to provide opposite to the light exit surface a parallel mirror-coated surface which, together with other mirror-coated surfaces of the element, optionally returns the light back to the light exit surface.

In certain applications, it can be disadvantageous for the light coming directly from the light source to exit from the light exit surface. This is particularly true when the ribbon-shaped light source comprises a number of individual light sources, and the distance from the light source to the light exit surface is too short, thereby allowing the light cones of the individual light sources to overlap the light exit surface. In such cases, the light source can be installed by means of a suitable orientation or conventional beam-limiting arrangement, such that the light radiated from said light source that reaches the light exit surface without previous reflection strikes there at an angle of incidence that is greater than the angle of total reflection.

The lighting device according to the invention exhibits a solid element body, which in particular can be composed of plastic, which is easily molded and processed. Said lighting device can thus be easily produced in complex shapes.

As one example of ribbon-shaped light sources, ribbon-shaped printed-circuit boards are available upon which light-emitting diodes are applied in a dense, compact sequence using surface-mounted device technology. Another example is ribbon-shaped light sources composed of electroluminescent film which continuously generate light along their length, for example, the material known under the trade name of Super Neo-Neon (SNN) which is described in U.S. Patent No. 5,845,752.

Additional features and advantages of the invention emerge from the following detailed description, which refers to the attached drawings.

Figure 1 shows a first embodiment of the invention,

Figure 2 shows a cross-sectional view of a first variant of the first embodiment of the invention,

Figure 3 shows a cross-sectional view of a second variant of the first embodiment of the invention,

Figure 4 shows a cross-sectional view of a third variant of the first embodiment of the invention,

Figures 5a and 5b show in a side view a portion of the beam path in the third variant of the first embodiment of the invention,

Figures 6a through 6j show different forms of a groove for containing the ribbon-shaped light source,

Figures 7a through 7d show various arrangements of a ribbon-shaped light source in a groove on the element,

Figure 8 is a front view of an example of a second embodiment of the invention,

Figures 9a and 9b show a rear view and a partial side view, respectively, of a first variant of the second embodiment of the invention, and

Figures 10a and 10b show a rear view and a partial side view, respectively, of a second variant of the second embodiment of the invention.

In the following description, identical reference numbers denote elements of the lighting device according to the invention that are identical or that have an identical effect. Mirror-coated surfaces are indicated by a dashed line parallel to a solid line.

Figure 1 shows an example of a first embodiment of the lighting device according to the invention in the form of a lighted graphic letter (W). The view in Figure 2 corresponds to a

section perpendicular to the dashed line on the graphic letter, for example, along line I-I indicated in Figure 1.

The lighting device essentially comprises an element body 1 composed of a transparent, impact- and break-resistant material, for example, acrylic glass, which can be transparent or translucent. The element exhibits two flat, parallel peripheral surfaces 2 and 3, which are connected by side walls 4. In each of the side walls, a transparent groove 5 formed, for example, by means of laser cutting or milling with subsequent polishing, in which a ribbon-shaped, low-voltage light source 6 extends. Said light source can be a ribbon composed of electroluminescent film, such as SNN, and preferably contains connections for a power supply (not shown) on the side or back of the element. The groove 5 and the ribbon-shaped light source 6 extend in the direction perpendicular to the section plane, along the side of the element, and preferably traces the entire graphic letter. By insertion of the light source 6 into the transparent groove, essentially all the usable luminous output of the ribbon-shaped light source 6 enters the element body 1.

The surface 2 forms the light exit surface of the element and can exhibit a roughened section 2. The surface 3 facing the light exit surface 2 is inwardly reflecting such that the light propagated in the element body 1 reflects onto the light exit surface 2.

The light emitted from the light source 6 falls partially on the mirror-coated surface 3, and partially on the light exit surface 2. Provided that the angle of incidence  $\alpha$  is greater than the angle of total reflection  $\alpha_T$ , the light striking the light exit surface 2 exits with the intensity

$$I_T = I_0 \cdot \sin^2 (\alpha - \alpha_T)$$

and is reflected with an intensity

$$I_R = I_0 \cdot \cos^2 (\alpha - \alpha_T)$$

where  $I_0$  is the intensity of the incident light. Light that strikes the light exit surface with an angle of incidence  $\alpha$  that is greater than the angle of total reflection  $\alpha_T$  is totally reflected.

The light reflected at the light exit surface 2 travels to the mirror-coated surface 3, which reflects said light, just as for the light directly striking said light exit surface from the light source 6, back to the light exit surface 2.

Upon reflection between parallel surfaces, the angle of incidence on one surface remains the same upon successive reflections. In order to effect an exit of that portion of the light that initially strikes the light exit surface 2 at an angle that is greater than the angle of total reflection, in a variant of the embodiment illustrated in Figure 1, the mirror-coated surface 3 can be inclined

against the light exit surface, such that the angle of incidence at the light exit surface 2 is changed upon repeated reflections. However, exit of light can also be achieved by means of a roughened section, as shown in Figure 1 under 2', wherein the surface orientation is randomly varied, such that in relation to the center orientation of the light exit surface 2, for light having an angle of incidence greater than the angle of total reflection, a local angle of incidence occurs that is smaller than the angle of total reflection. The same effect can be achieved by means of a diffusely dispersive coating on the light exit surface 2, or by using a diffusely dispersive material for the element body 1. In a preferred embodiment of the invention, the light exit surface 2 is completely covered with a diffusely dispersive, optionally colored, film.

In the embodiment shown in Figure 2, with parallel surfaces 2 and 3, a beam-limiting device such as a screen can be provided which has the effect of making the angle of incidence of the light emitted from the light source 6 at the light exit surface 2 and at the reflecting surface 3 greater than the angle of total reflection. In this case, light can exit only in the diffusely dispersive section 2', whereas the light is totally reflected in the remaining area of the light exit surface 2.

Figures 3 through 5 depict several variations of the lighted graphic letter illustrated in Figure 1, shown in cross section.

In the modification of the embodiment of Figure 1 shown in Figure 3, in addition to the surface 3, the side walls 14a and 14b also have mirror coatings and are placed at an angle in relation to the light exit surface 2 and the reflecting surface 3. By suitable choice of the angles  $\beta$ ,  $\gamma$  between the side walls 14a and 14b and a line perpendicular to the light exit surface 2 and the reflecting surface 3, light that initially strikes the light exit surface 2 at an angle that is greater than the angle of total reflection strikes, after one or more reflections on one of the sides 14a, 14b, the light exit surface 2 at an angle that is smaller than the angle of total reflection. Because mirror-coated walls 14a, 14b are provided on both sides of the element, the light can make multiple round trips in the element, where, with appropriate choice of the angles  $\beta$ ,  $\gamma$ , the angle of incidence at the light exit surface will be different with each round trip.

For an exclusive output coupling of light at uneven sections of the light exit surface 2, as previously described with reference to Figure 2, the angle between the side walls 14a and 14b is selected at 90°, such that a light ray will return parallel to its original direction after being reflected by both mirrors. In addition, the angle  $\beta$  is chosen to be greater than the angle of total reflection, such that the light reflecting at the surface 14a always strikes the light exit surface 2 at an angle that is greater than the angle of total reflection. The light source 6 is arranged such that the mirrored walls 14a and 14b serve as a screen which prevents light from directly striking the light exit surface at an angle that is smaller than the angle of total reflection. In this embodiment,

the surface 3 need not have a mirror coating, provided that said surface is parallel to the light exit surface 2, since the light also strikes this surface at an angle of incidence that is greater than the angle of total reflection.

In the modification of the first embodiment shown in Figure 4, the surface 3 facing the light exit surface 2 and the side walls 24a, 24b again have mirror coatings. However, the side walls exhibit wall sections 25a and 25b, respectively arranged in the edge regions and constructed as convex mirrors, which serve to reflect light striking the edge regions directly to the light exit surface 2 and to the reflecting surface 3, and to disperse light over a specific surface area. A corresponding beam path is shown in Figures 5a and 5b as an example.

Figure 5a illustrates the mode of operation of the mirror-coated wall section 25a. The light bundle  $S_1$  from the light source 6 which strikes the wall section 25a is reflected by the wall section 25a and is thereby expanded so that it covers practically the entire light exit surface 2. Similarly, reflected light under a large angle of reflection at the surface 3 is reflected by means of the wall element 25a to the light exit surface 2. The rate of expansion of the light bundle  $S_1$  is a function of the rate of curvature of the wall element 25a. With an appropriately large radius of curvature  $R_1$  and a corresponding position of the center of the circle of curvature  $P_1$  for the region of incidence, the light bundle  $S_1$  covers only a portion of the light exit surface, which can be advantageous if specific regions of the light exit surface are intended to be more intensely illuminated.

The mode of operation of the mirror-coated wall section 25b is schematically represented in Figure 5b. The light bundle  $S_2$  coming from the light source is reflected by the wall element 25b, such that said light bundle is expanded and covers essentially the entire reflecting surface 3. Surface 3 then reflects a portion of said light to the light exit surface. The radius of curvature  $R_2$  and the center of the corresponding circle of curvature  $P_2$  can be selected such that the bundle  $S_2$  strikes a section of the surface 3, where said bundle is totally reflected to the light exit surface 2. The wall element 25b also reflects reflected light under a large angle at the light exit surface 2 to the surface 3.

In a symmetrical design as shown in Figure 4, the four mirror-coated sections 25a, 25b are preferably curved in a circular shape and have identical radii of curvature.

In the embodiments of the lighting device according to the invention shown in Figures 2 through 5, two ribbon-shaped light sources are arranged facing one another. Alternatively, only one light source can be used on one of the two sides and the facing side wall can have a mirror coating, such that a virtual light source is created on this side. Likewise, the application of a reflective coating can be provided instead of the light source 6 in the angular regions of a graphic letter, and the ribbon-shaped light source can optionally be provided only at the straight or

slightly curved sections of the element body 1, for example, along the section  $L_1$ – $L_4$  shown in Figure 1.

As previously discussed for the various embodiments, the mirror-coated surface elements provided on the element can be varied and combined by diverse methods. However, the lighting device according to the invention can also be modified in other respects.

Figures 6a through 6j schematically show a series of options wherein the groove 5 provided for containing the ribbon-shaped light source can be configured. Thus, Figures 6a and 6b, with the light source not represented for the sake of simplicity, show the groove placed at an angle in order to point the light radiated from the light source more directly at the light exit surface 2 (Figure 6b) or at a mirror-coated surface, such as the lateral surface 4 shown in Figure 6a. In particular, the light radiated from the light source, targeted to a wall section of the element constructed as a concave or convex mirror, can be delivered in this manner. Figure 6c shows a partial view of a corresponding element body 1 (without a light source) having a wall section 6c [sic; 66] constructed as a convex mirror, and Figure 6d shows a corresponding view of an element body 1 having a section 67 constructed as a concave mirror. If light is radiated by the ribbon-shaped light source in essentially one direction only, a mirror coating can be applied to a lateral surface 5a of the groove 5 in order to prevent light from escaping from the element body into the groove [sic; from the groove into the element body], as shown in Figure 6a.

Figure 6e shows a partial view of a groove 5 in which a mirror coating has been applied to side wall 5a on both sides, such that the light radiated from the light source striking the surface 5a is reflected to the facing surface 5b. Figure 6f shows such a double mirror-coated surface 5a associated with an asymmetric groove 5.

The groove can also have a step-shaped structure (compare Figures 6g and 6h). In such a step-shaped configuration, the ribbon-shaped light source 6 can be arranged parallel to the light exit surface 2 (Figure 6h) or parallel to a lateral surface 4 (Figure 6g). The groove 5 can also be constructed in the reflecting surface 3 (Figures 6i and 6j). In order to make use of the light radiating into the spatial area between the groove and the side wall 4, the side wall 4 can be slanted, as shown in Figure 6j.

Figures 7a through 7d show various types of arrangements of the ribbon-shaped light source 6 in the groove 5, in a partial view. The light source 6 can be arranged parallel to the base  $5_3$  of the groove (Figure 7a) or parallel to a lateral surface  $5_1$  of the groove (Figure 7b). In addition, two parallel ribbon-shaped light sources 6a and 6b can each be arranged parallel to the side walls  $5_1$  and  $5_2$  of the groove 5 (Figure 7c). Finally, ribbon-shaped light sources 6a through 6c can also be arranged parallel to all three sides of the groove,  $5_1$  through  $5_3$  (Figure 7d).



In a second embodiment of the invention, the light exit surface does not have the shape of the graphic writing to be displayed. Rather, said light exit surface forms a simple, for example, rectangular, surface 32 as shown in Figure 8, upon which the graphic writing to be displayed by operation of the device is brightly or darkly contrasted. This optical contrast is created by embedding the ribbon-shaped light source in the form of the graphic writing to be displayed in the element body 1. In a first variant of the second embodiment, the ribbon-shaped light source essentially fills the graphic writing; that is, the observer in essence sees the illuminating ribbon of the light source as the graphic writing. In a second variant of the second embodiment, the ribbon-shaped light source runs along the contours of the graphic letter; that is, the observer sees the area of the light exit surface, corresponding to the spatial area of the element enclosed by the ribbon-shaped light source, more brightly lit than the remainder of the light exit surface. Using the same principle, a negative representation of the graphic writing can also be obtained. In this case, the light radiation of the ribbon-shaped light source is directed essentially away from the graphic writing.

Figure 9a shows a rear view of an example of the first variant, wherein the grooves 35<sub>1</sub>, 35<sub>2</sub>, and 35<sub>3</sub> in the form of mirror-reversed graphic letters are inserted into the mirror-coated rear wall 3 of the element body 3 [sic; 1]. Along each of said grooves are arranged ribbon-shaped light sources 36<sub>1</sub>, 36<sub>2</sub>, and 36<sub>3</sub>, which can best be identified from Figure 9b, which is a partial sectional representation along line II-II shown in Figure 9a. In order to achieve a three-dimensional effect, a number of light sources can also be arranged along the three sides of the groove 35<sub>i</sub> [(where i = ] 1, 2, . . . ) corresponding to the configuration shown in Figure 7d. As long as the ribbon-shaped light sources provide sufficient radiation at their narrow sides, a configuration as shown in Figure 7c can also be used, wherein two ribbon-shaped light sources are arranged back to back in the groove 35<sub>i</sub>. However, a configuration as shown in Figure 7c can also be used to make the displayed graphic characters appear dark. In this case, the light sources are installed so that they radiate light only on the broad side turned toward the element body 1.

Figure 10a shows a rear view of the second variant of the second embodiment, and Figure 10b is a partial sectional view along line III-III shown in Figure 10a. In this embodiment, grooves 45<sub>i</sub> run along the contour of mirror-reversed graphic characters, and each groove encloses elevated sections 1<sub>i</sub> of the element body 1, each of which corresponds to the graphic characters to be displayed. Ribbon-shaped light sources 46<sub>i</sub> are arranged in the grooves 45<sub>i</sub> and radiate light into the sections 1<sub>i</sub> of the element body 1 in a manner similar to the first embodiment. Alternatively, the light sources 46<sub>i</sub> can be installed so that the light radiates solely on the lateral surface of the grooves 45<sub>i</sub>, which face the sides of the spatial areas 1<sub>i</sub>. In this case, the graphic writing contrasts as dark against the otherwise illuminated light exit surface 2. In the

embodiment of the invention shown in Figures 10a and 10b, the graphic letters are not completely cut out from a transparent element body as in the first embodiment (Figure 1), but rather are formed in the element body solely in relief. In both cases, however, the light source traces the part of the element body that corresponds to a graphic character. The illumination of the spatial areas  $1_i$  may thus be optimized using similar measures as in conjunction with the first embodiment and as described in Figures 1 through 7. If it is desired to contrast the dark graphic characters against a light background, the principles described in connection with Figures 1 through 7 are correspondingly used, not on the spatial areas  $1_i$ , but rather on the element sections that lie between the spatial areas  $1_i$  and that are intended to be more strongly illuminated. In a further modification, the grooves  $45_i$  can also be constructed on the light exit surface 2 instead of on the mirror-reversed back side 3.

In conjunction with this description, the ribbon-shaped light sources were represented in open grooves for the sake of simplicity. However, said light sources can also be cast, whereby the grooves are first constructed as described, for example, and the light sources are arranged therein and then cast in the grooves.

The features of the invention disclosed in the preceding description, in the claims, and in the drawings, either alone or in any combination, are essential to the implementation of the invention in its various embodiments.

### Claims

1. Lighting device comprising an element body (1) composed of a transparent material, one or more light sources which radiate light into the element body, and a light exit surface (2) on one side of the element body, by which light radiated into the element body exits from the element body, wherein at least one ribbon-shaped light source, which continuously radiates light with respect to said longitudinal direction of the light source, is mounted directly on or in the element body such that the light exiting one side of the ribbon-shaped light source (6) turned toward the element body essentially completely enters the element body (1), characterized in that a lateral surface of the element body (25a, 54a) is constructed at least partially as a mirror or reflector for light traveling in the element body, where said mirror or reflector at least partially reflects the light striking said mirror or reflector onto the light exit surface (2), wherein a wall section (25a, 54a) is constructed as a curved mirror in an edge region of the element body (1), where said curved mirror reflects light from the ribbon-shaped light source (6) directly striking it onto the light exit surface (2, 32).

2. Lighting device according to Claim 1, characterized in that the wall section (63) constructed as a curved mirror or reflector is constructed as a concave mirror and adjoins the light exit surface (32).

3. Lighting device according to Claim 1 or 2, characterized in that the wall section (25a, 54a) constructed as a curved mirror or reflector is adjoined by a lateral surface (3, 37) of the element body constructed as a curved mirror or reflector, where said lateral surface reflects at least a portion of the light striking it from the element body (1) onto the light exit surface.

4. Lighting device according to one of Claims 1 through 3, characterized by a reflecting arrangement having a first wall surface of the element (25b) constructed as a mirror or reflector, where said wall surface reflects, at least partially, light from the interior of said element body striking it onto a second wall surface (3) of the element body constructed as a mirror, where said second wall surface at least partially reflects light striking it onto the light exit surface (2).

5. Lighting device according to Claim 4, characterized in that the first wall surface (25b) constructed as a mirror or reflector is curved in a reflecting arrangement.

6. Lighting device according to Claim 4 or 5, characterized in that the first wall surface (2) constructed as a mirror is an adjoining wall surface.

7. Lighting device according to one of Claims 1 through 6, characterized in that the light exit surface (2) faces a surface (3) of the element body (1) which is essentially parallel and is constructed as a mirror or reflector.

8. Lighting device according to Claim 7, characterized by two flat surfaces (14a, 14b) constructed as a mirror or reflector for reflection of light traveling in the element, where said surfaces are inclined toward one another at  $90^\circ$ , where one of said two surfaces (14b) is attached to the surface (3) which is essentially parallel to the light exit surface and which is constructed as a mirror or reflector and is inclined with respect to said surface (3).

9. Lighting device according to one of Claims 1 through 8, characterized in that the ribbon-shaped light source (6) extends essentially parallel to the light exit surface.

10. Lighting device according to one of Claims 1 through 9, characterized in that the ribbon-shaped light source (6) is arranged such that the light directly striking the light exit surface (2) from said light source has an angle of incidence ( $\alpha$ ) [sic; ( $\alpha$ )] which is greater than the angle of total reflection.

11. Lighting device according to Claim 10, characterized in that the surfaces of the element body (1) constructed as a mirror are installed such that the light reflected from said surfaces onto the light exit surface (2) has an angle of incidence at said light exit surface which is greater than the angle of total reflection, and the light exit surface (2) has a section having an irregular surface.

12. Lighting device according to one of Claims 1 through 11, characterized in that the element body (1) has a form that is essentially radially symmetrical, and the light exit surface (72) lies essentially perpendicular to the axis of symmetry.

13. Lighting device according to one of Claims 1 through 10, characterized by a radially symmetrical, cone-shaped light exit surface (32) which tapers toward the interior of the element body (1).

14. Lighting device according to one of Claims 1 through 11, characterized in that said lighting device is constructed in the shape of a graphic character or a series of graphic characters.

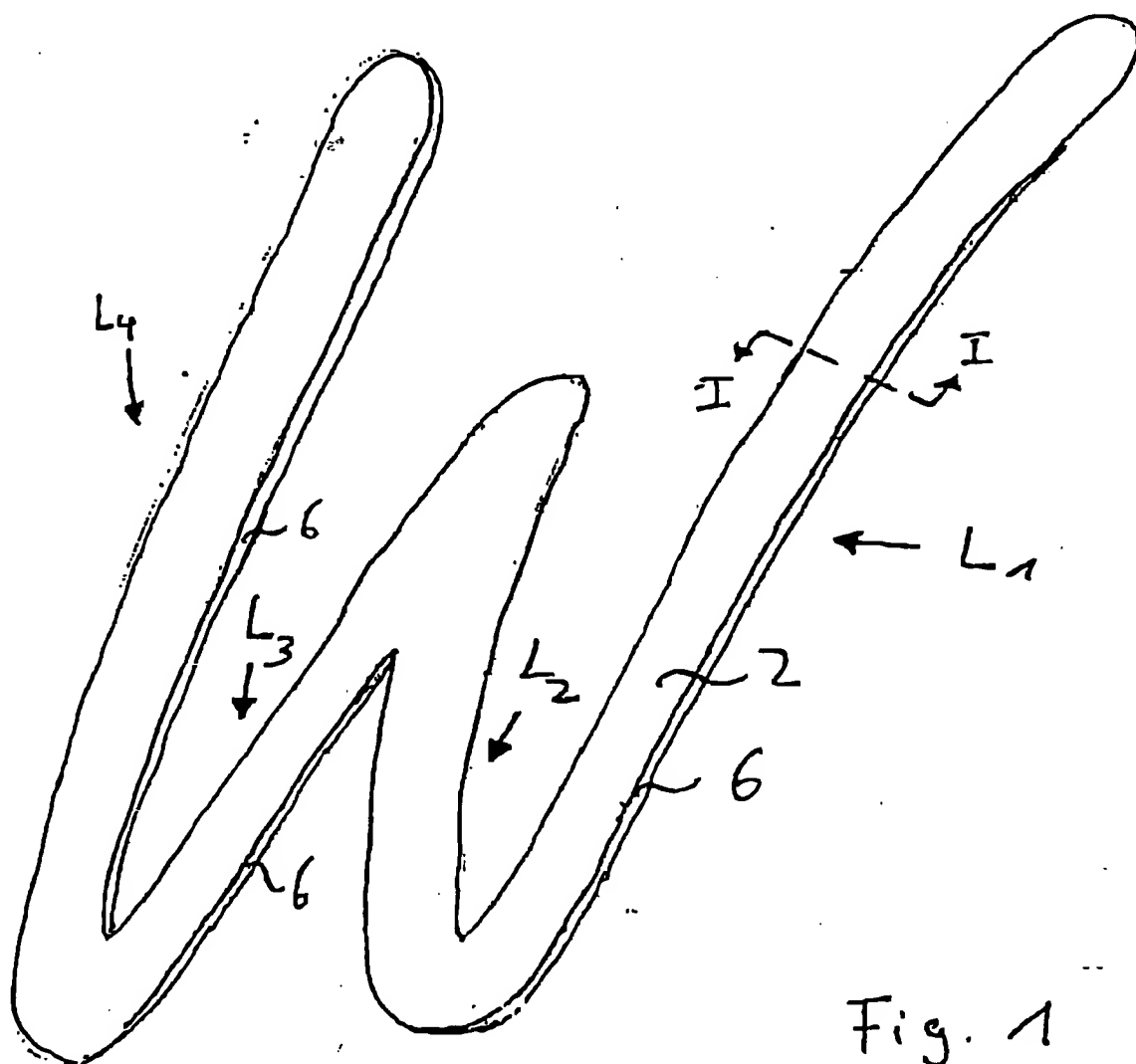


Fig. 1

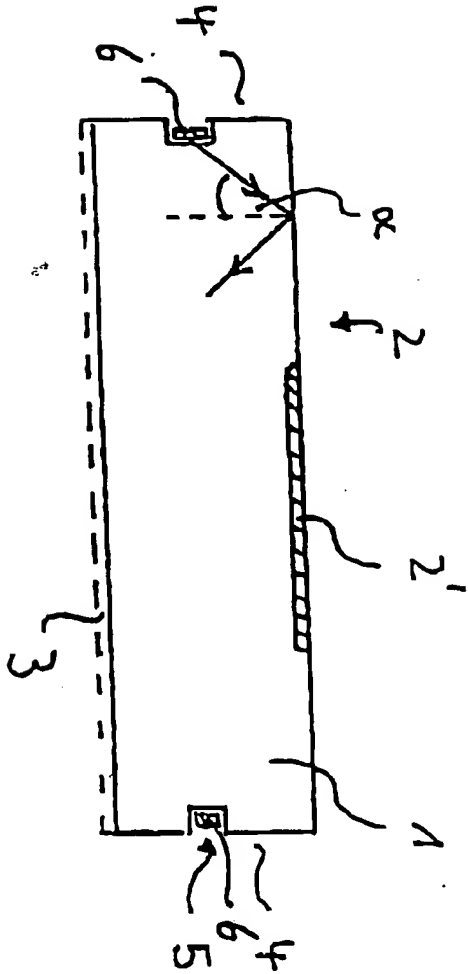
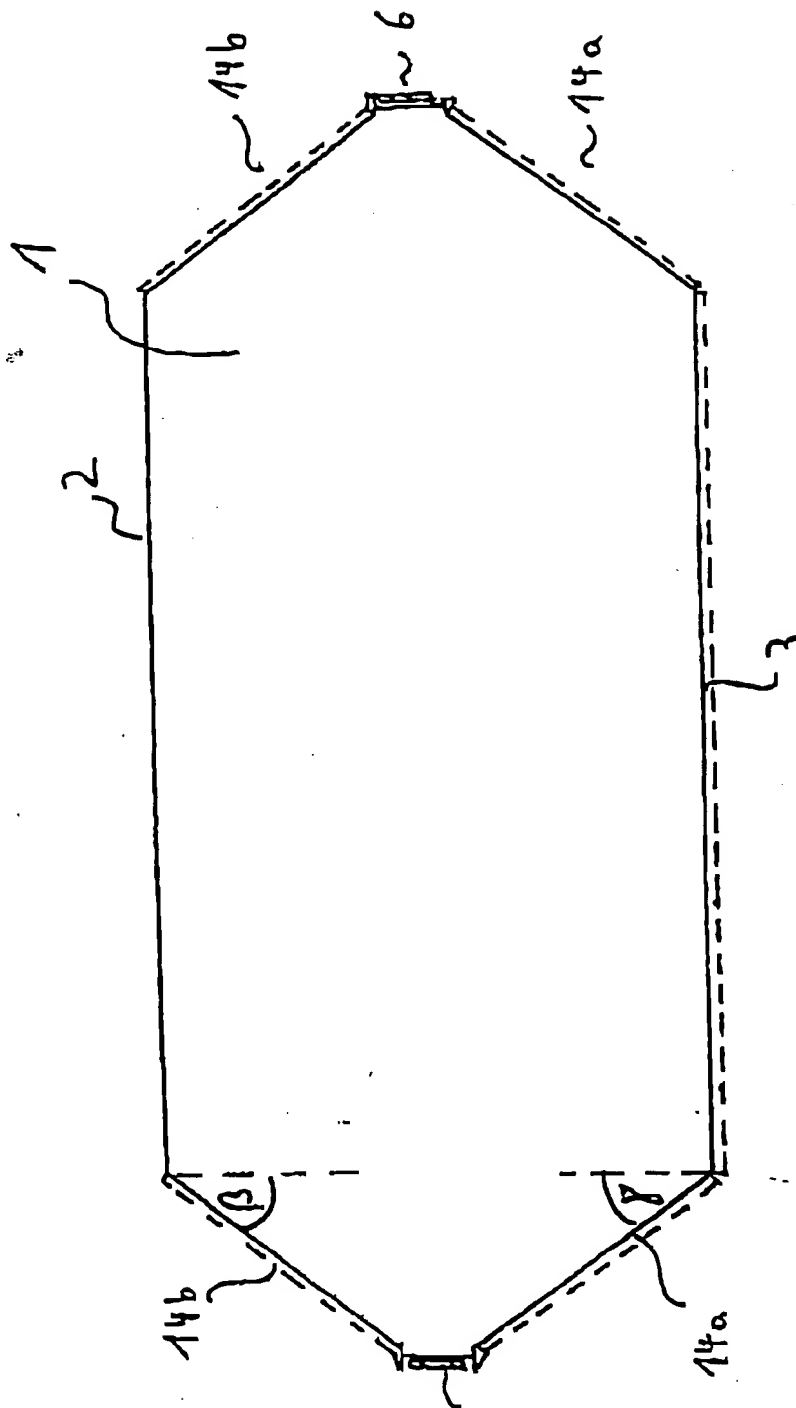


Fig. 2

① ERSATZBLATT (REGEL 26)



① ERSATZBLATT (REGEL 25)

① ERSATZBLATT (REGEL 26)

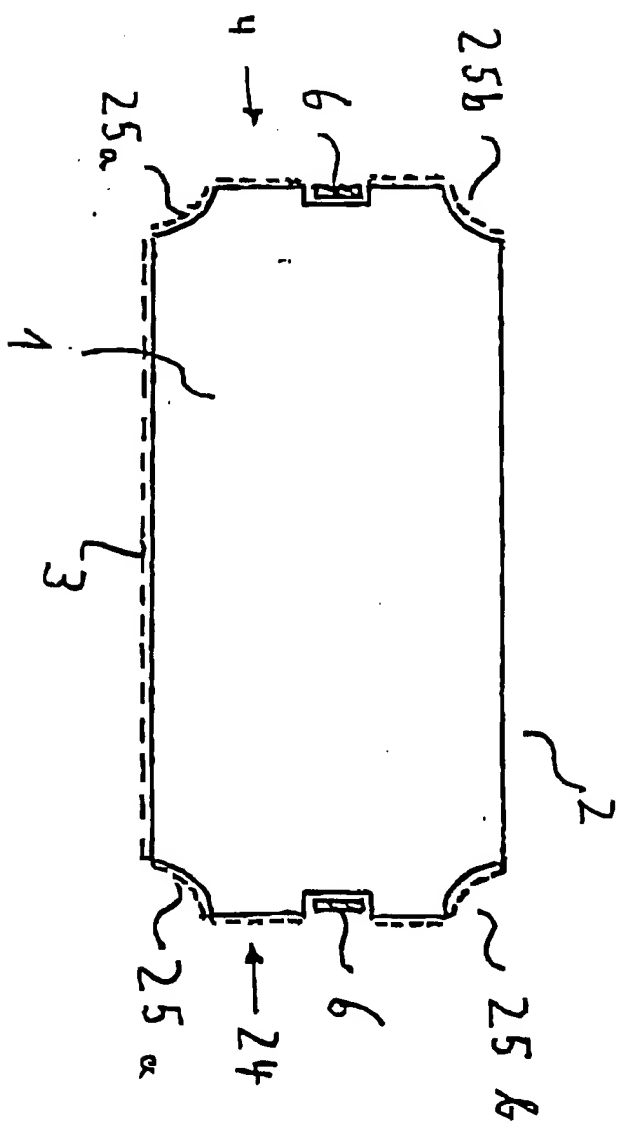


Fig. 4



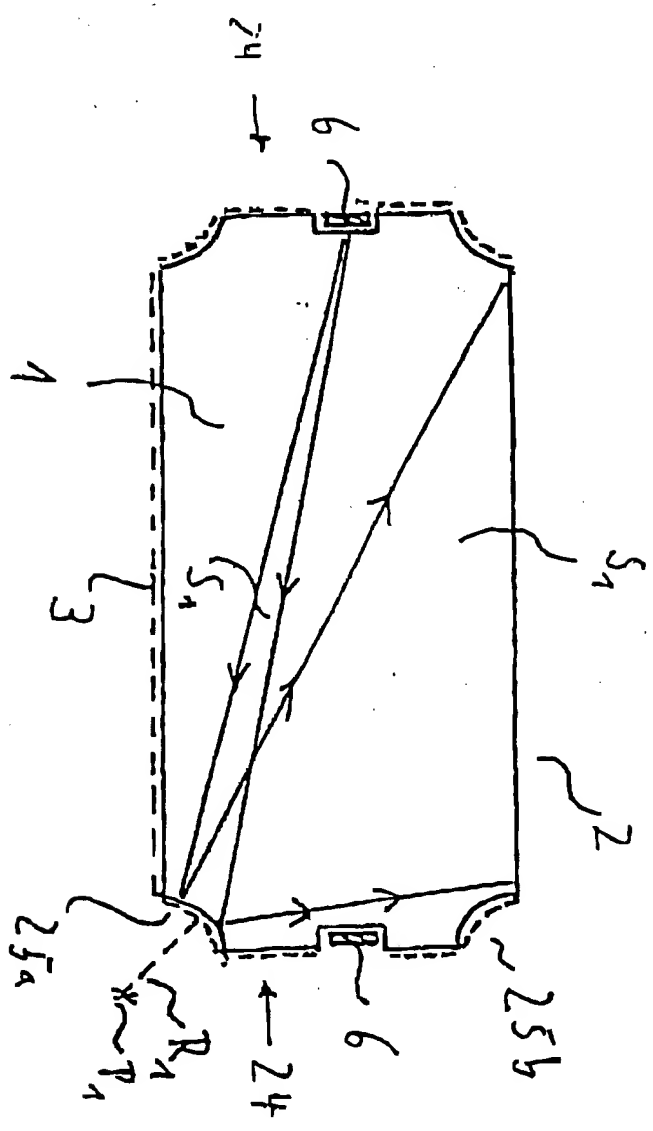
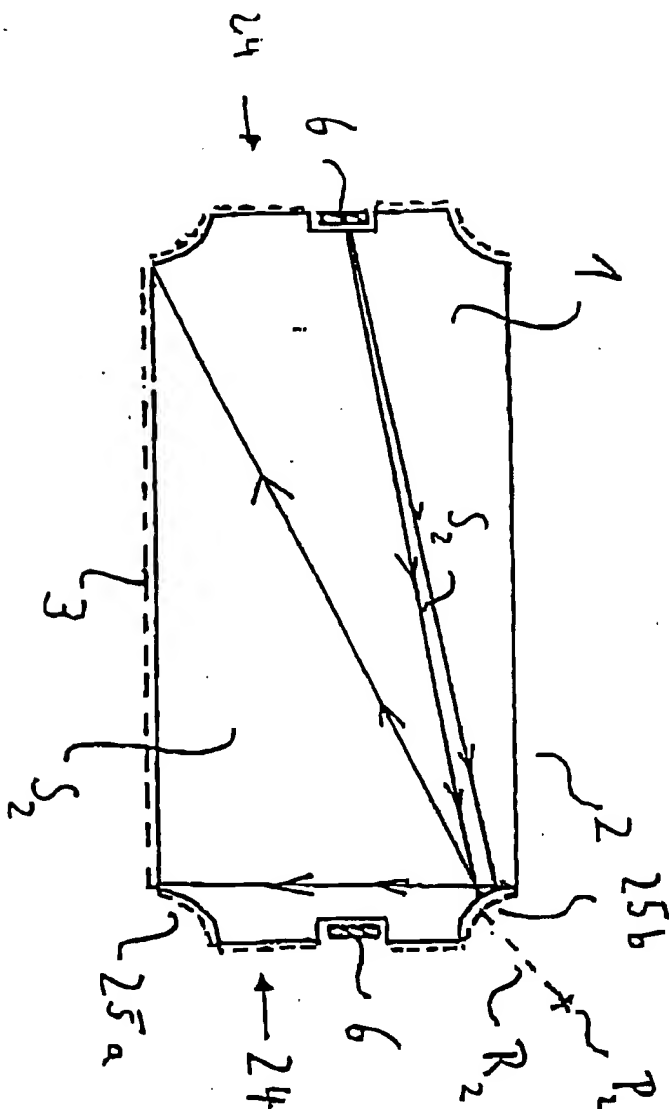


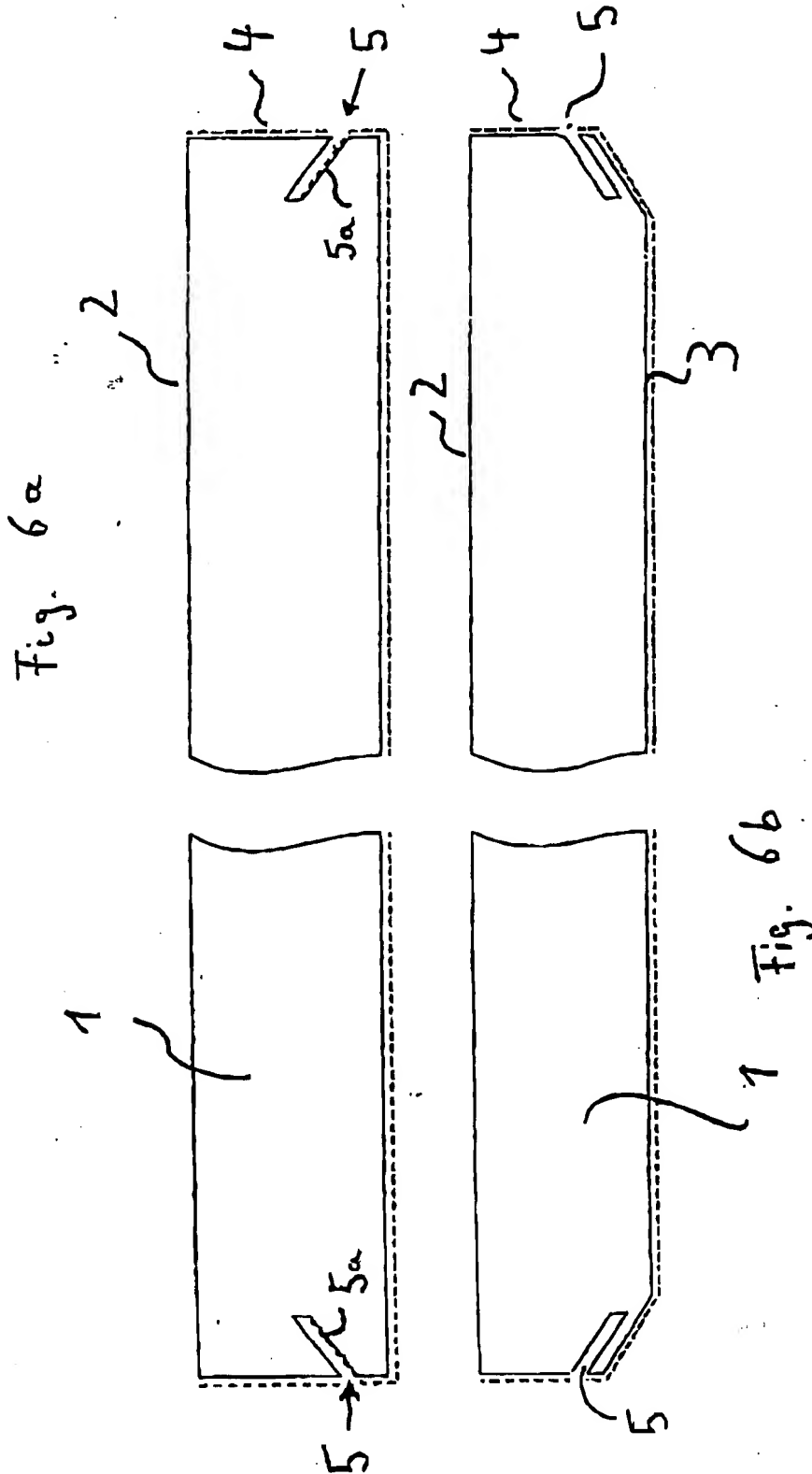
Fig. 5a

① ERSATZBLATT (REGEL 26)

① ERSATZBLATT (REGEL 26)



7/20



①

ERSATZBLATT (REGEL 26)

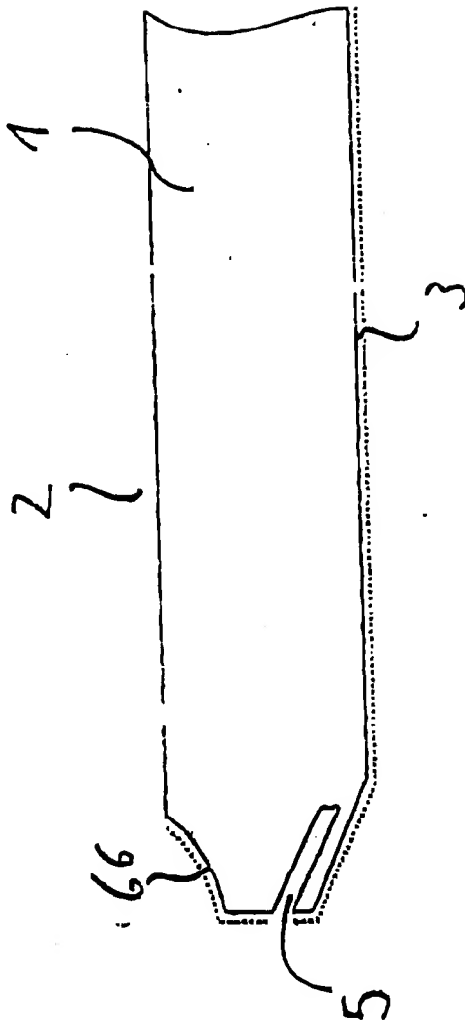


Fig. 6c

①

ERSATZBLATT (REGEL 26)

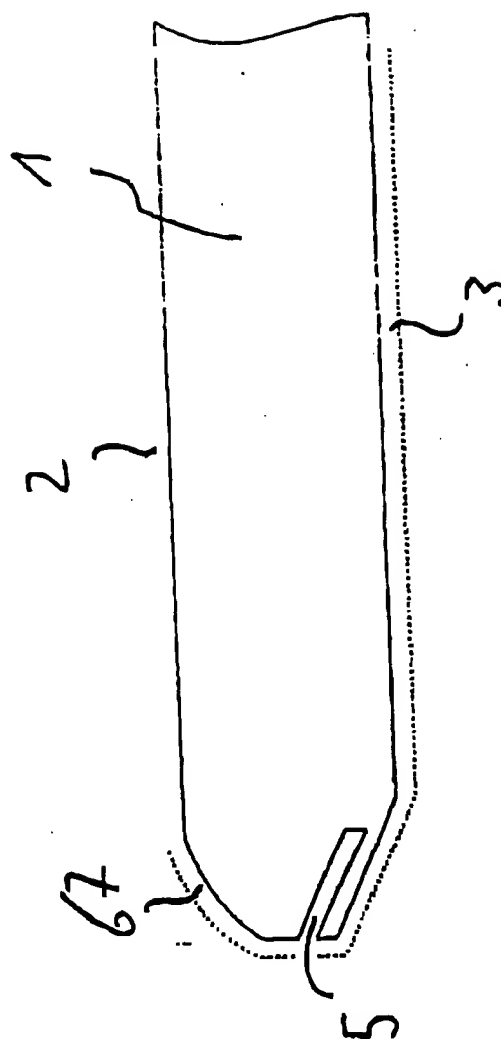


Fig. 6d

① ERSATZBLATT (REGEL 26)

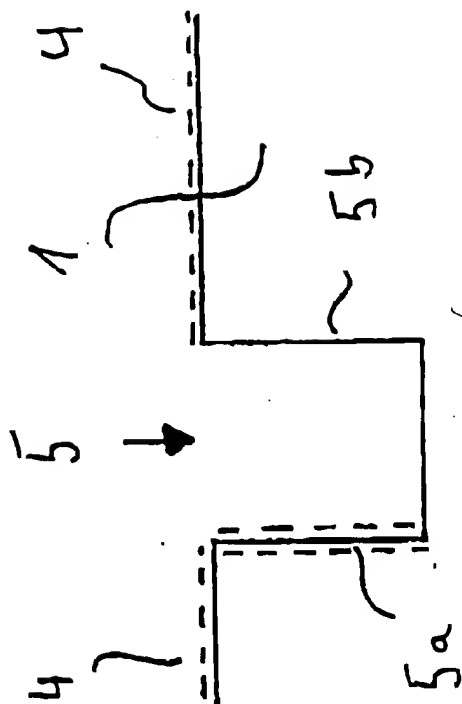


Fig. 6e

⊕ ERSATZBLATT (REGEL 26)

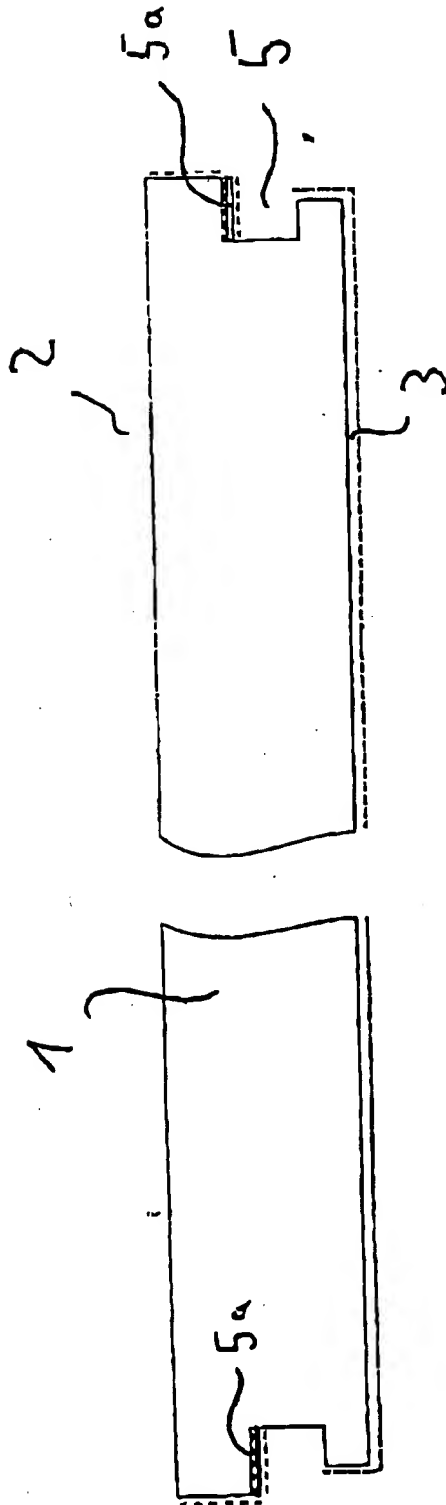


Fig. 6f

① ERSATZBLATT (REGEL 26)

Fig. 6a

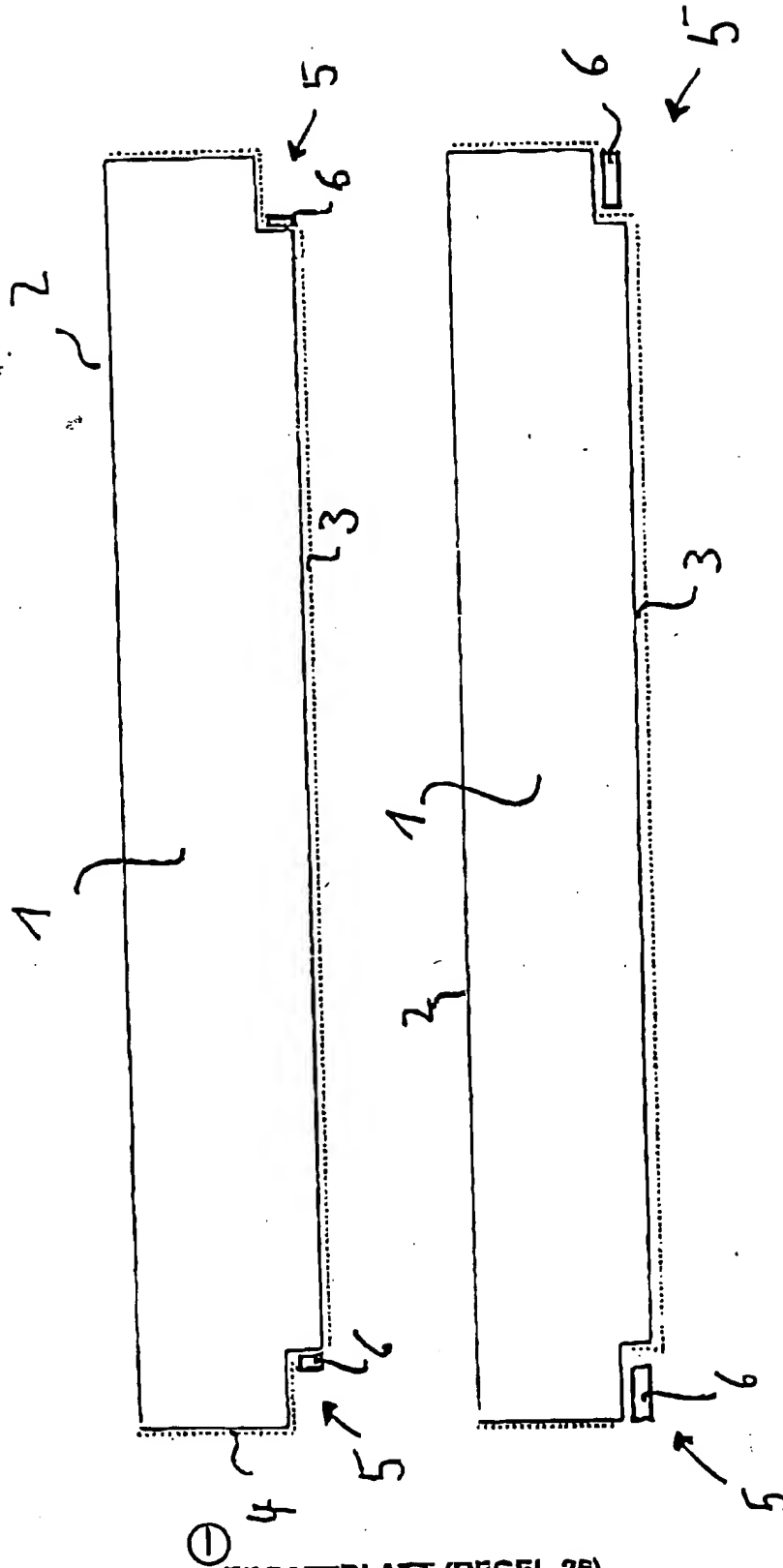


Fig. 6b

①

ERSATZBLATT (REGEL 26)



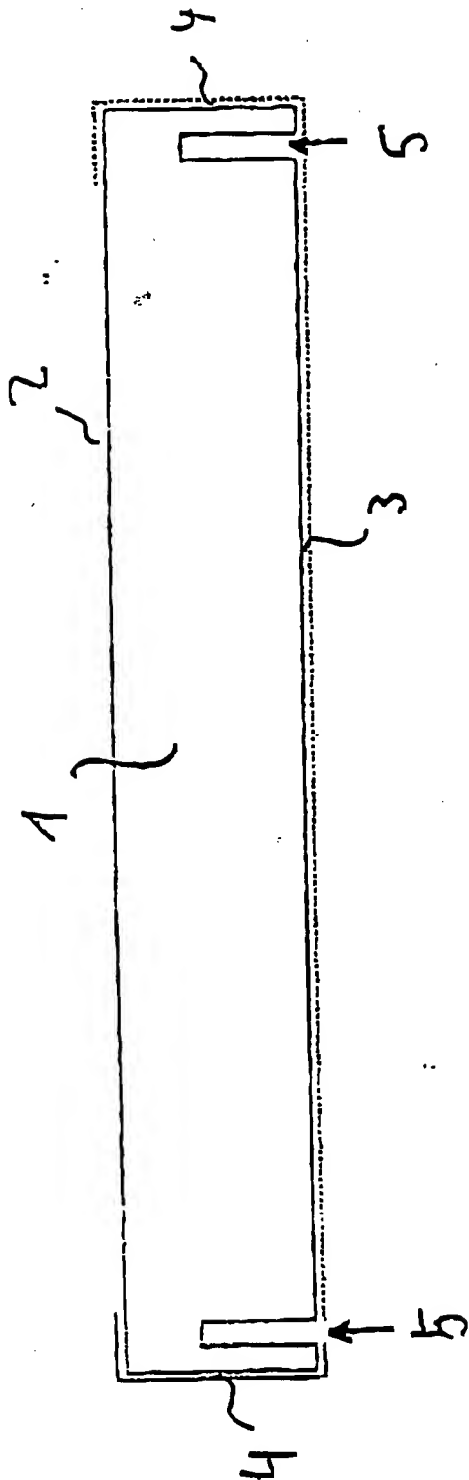


Fig. 6i

① ERSATZBLATT (REGEL 26)

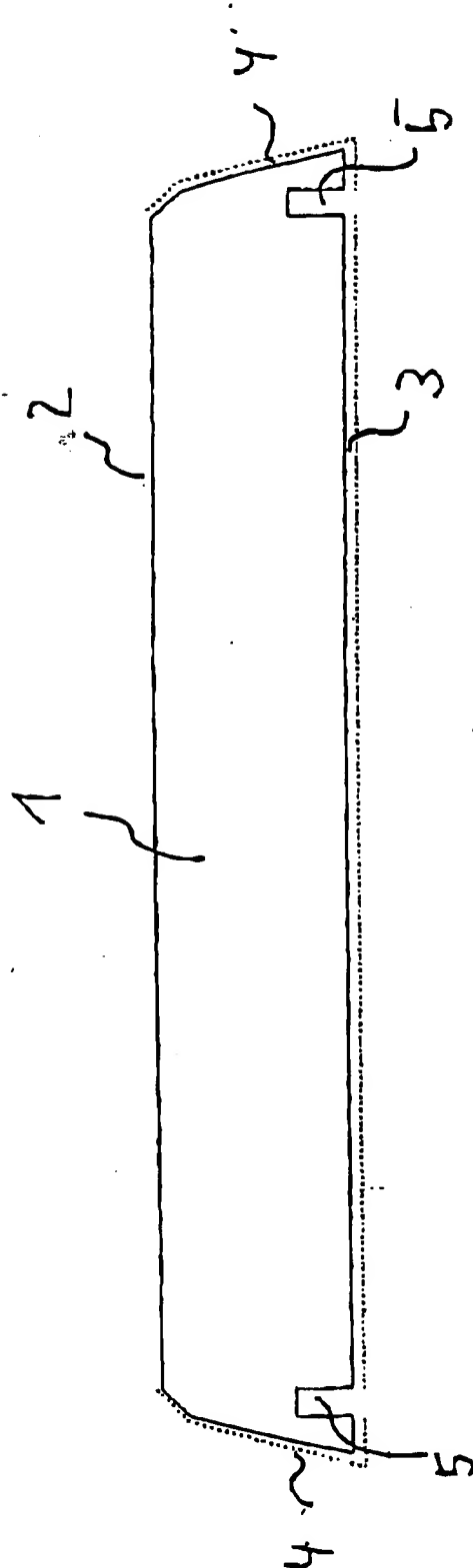


Fig. 6j

① ERSATZBLATT (REGEL 26)

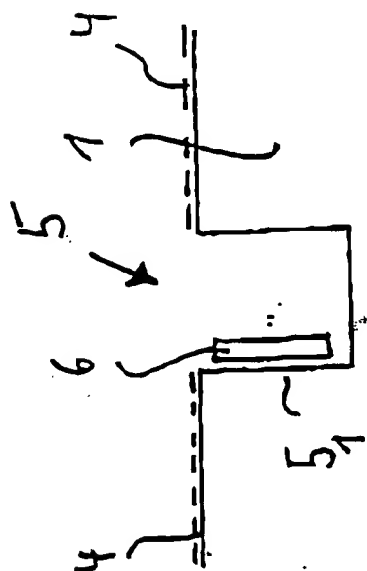


Fig. 7a

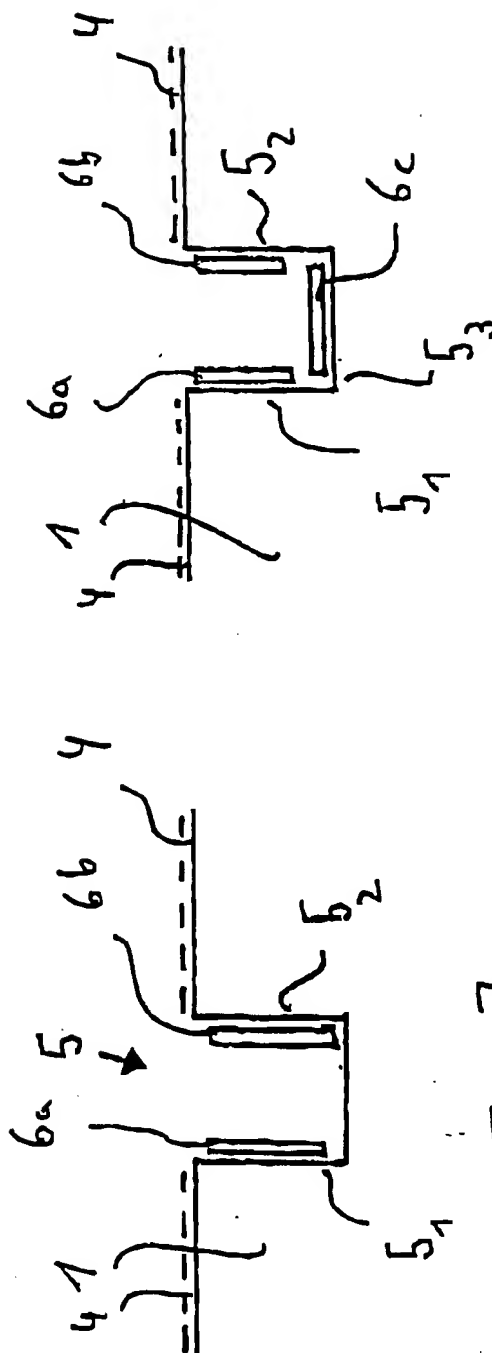


Fig. 7b

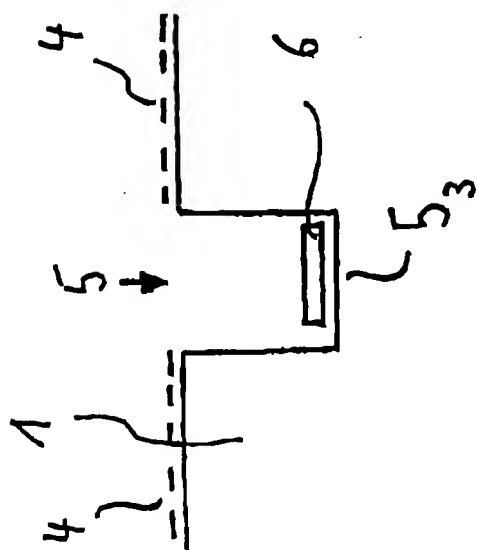


Fig. 7c

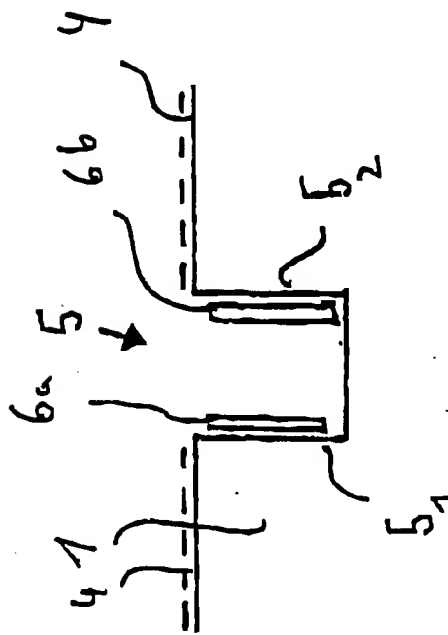


Fig. 7d

⊖ ERSATZBLATT (REGEL 26)

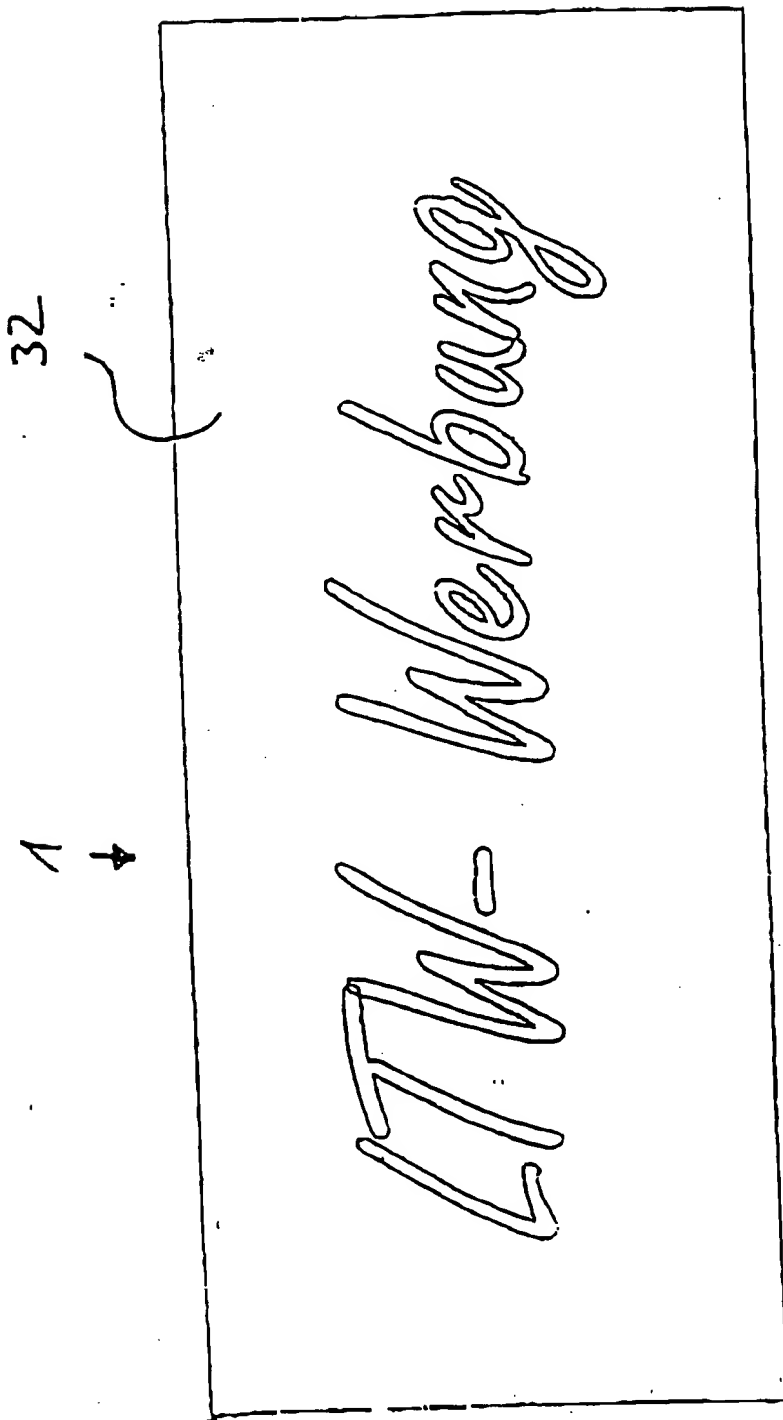


Fig. 8

① ERSATZBLATT (REGEL 26)

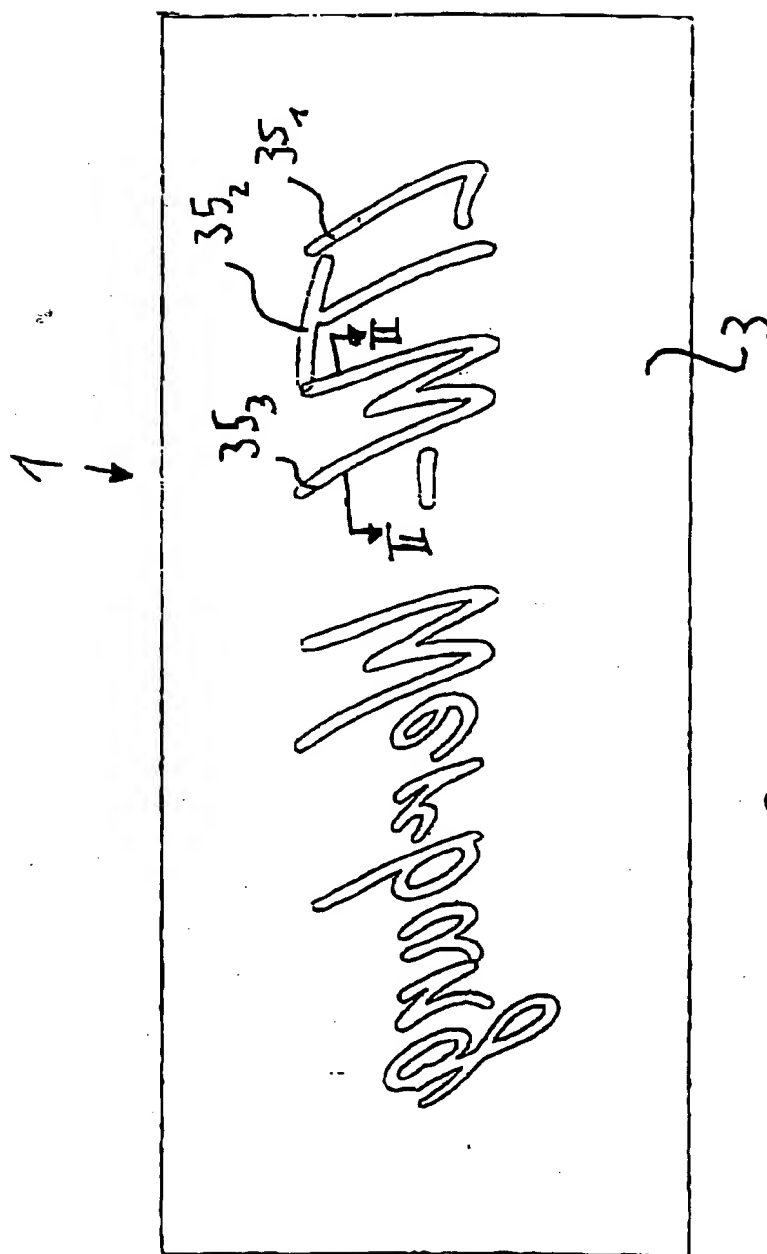


Fig. 9a

①  
ERSATZBLATT (REGEL 26)

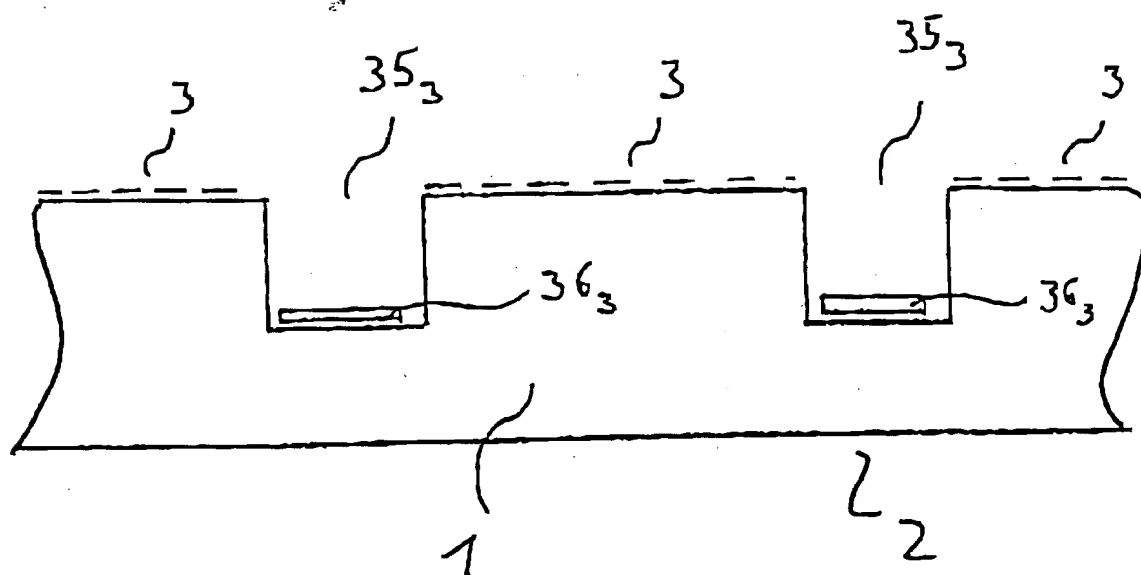
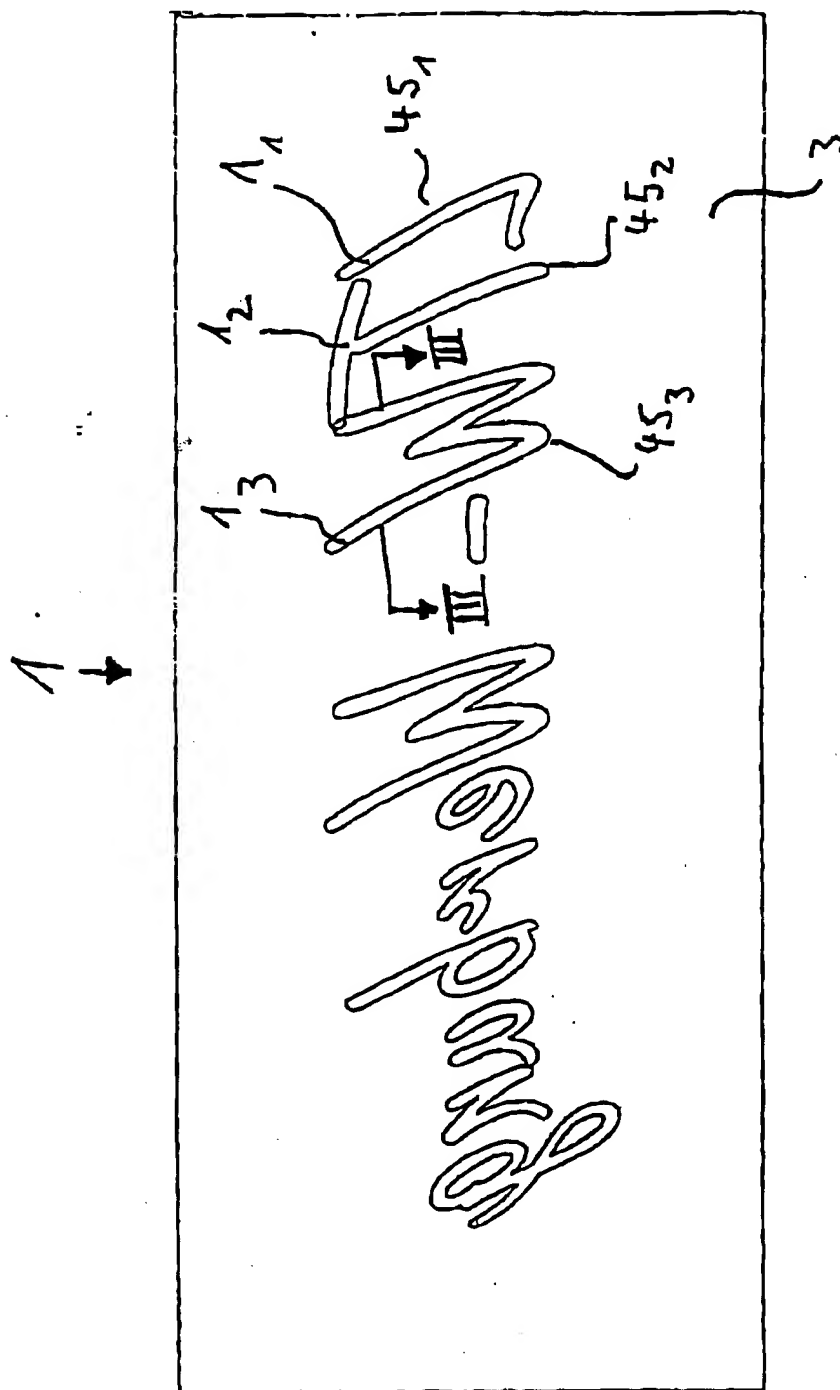


Fig. 9b

① ERSATZBLATT (REGEL 26)



① ERSATZBLATT (REGEL 26)

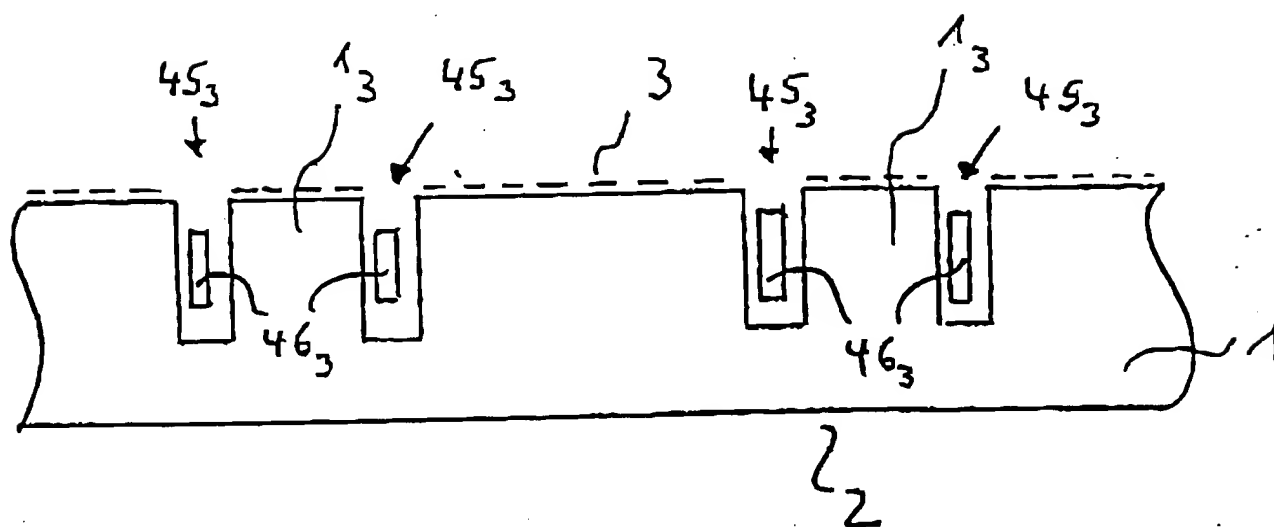


Fig. 10b

① ERSATZBLATT (REGEL 26)